

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE DE LA  
MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR  
JULIE O'SHAUGHNESSY

ÉTUDE DES EFFETS D'UNE PROTHÈSE DISCALE LOMBAIRE SUR LA  
CINÉMATIQUE ET LES RÉPONSES NEUROMUSCULAIRES DU TRONC

MARS 2012

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## RÉSUMÉ

### **Introduction et objectifs**

Lorsqu'il y a échec des traitements conservateurs en présence de dégénérescence discale lombaire, certains patients doivent se tourner vers l'approche chirurgicale. Pour ces patients, la fusion chirurgicale de deux vertèbres a été longtemps l'intervention privilégiée par les chirurgiens orthopédistes. Depuis les années 2000, une nouvelle technique, le remplacement discal, a fait son apparition en Amérique du Nord. Le principal avantage de cette technique serait la préservation de la mobilité segmentaire, ce qui permettrait aux patients de préserver, voire d'améliorer leur capacité fonctionnelle au niveau du rachis lombaire.

L'objectif principal de cette étude fut d'évaluer en laboratoire, les capacités fonctionnelles des sujets avant et après l'implantation d'une prothèse discale lombaire. Également, les changements neuromusculaires seront comparés aux changements cliniques des participants.

### **Méthodologie**

Quinze adultes ont participé à deux séances en laboratoire de biomécanique avant et après l'arthroplastie lombaire (quatre mois). L'analyse fonctionnelle du rachis lombaire fut évaluée à l'aide de la cinématique et de l'électromyographie par la tâche de flexion et d'extension (avec et sans charge). Également, par des questionnaires (Oswestry modifié (ODQ), Fear Avoidance Belief Questionnaire (FABQ) et l'échelle

visuelle analogique (EVA)), l'état clinique des participants fut évalué avant et après la chirurgie.

## **Résultats**

L'ODQ et le questionnaire FABQ (section activité) ont montré une amélioration significative, mais aucun changement significatif ne fut observé pour les deux autres questionnaires (EVA et FABQ (section travail)). L'évaluation des amplitudes de mouvement (ADM) a démontré une augmentation de l'amplitude en flexion totale du tronc. Ce résultat fut principalement dû à l'augmentation de l'amplitude au niveau des hanches. Il n'y a pas eu de changement au niveau des amplitudes du rachis lombaire. En ce qui concerne l'analyse électromyographique, comparant l'activité musculaire avant et après la chirurgie, il y avait une réduction de la contraction musculaire des érecteurs du rachis en position statique à L2 ainsi qu'une intensification du signal à L5 pendant la flexion lombaire. Également, la diminution de l'activité myoélectrique observée lors du mouvement de flexion-relaxation s'est avérée corrélée avec une diminution des résultats des mesures objectives (EVA, FABQ et ODQ).

## **Conclusion**

Les résultats de cette étude démontrent une amélioration de l'état clinique, en termes d'incapacité et de la notion d'appréhension-évitement lors des activités suite à un remplacement discal (suivi de quatre mois). Bien que les ADM lombaires ne montraient pas de changement significatif postopératoire, il y avait une augmentation des ADM des

hanches lors d'une tâche de flexion-extension. Finalement, les questionnaires ODQ, FABQ (section travail) et EVA étaient positivement corrélés avec un changement de la contraction musculaire des érecteurs du rachis lombaire, et cela en position de flexion-relaxation. À la lumière de ces observations cliniques, il semble difficile de prédire le succès ou l'échec biomécanique de l'arthroplastie. En effet, en absence d'un groupe contrôle ainsi qu'en considérant les différentes chirurgies utilisées pour un même sujet, ces résultats font la démonstration de changements fonctionnels non généralisables aux futurs patients. Néanmoins, afin de répondre à la prémisse de l'arthroplastie, une analyse biomécanique et clinique à long terme devrait être prise en considération.

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes et organismes ont rendu ce travail réalisable. Premièrement, je tiens à remercier mon directeur de recherche, Martin Descarreaux, pour sa grande disponibilité, son efficacité et son implication dans le projet. Également, par son aide et son assistance tout au long de ce travail, cela m'a permis d'acquérir des connaissances dans un nouveau domaine et également de respecter les échéances préétablies. Aussi, je tiens à remercier l'équipe de recherche, constituée du Dr Jean-François Roy, chirurgien orthopédiste et de Mme Sonya Breton, infirmière de recherche, pour leur support et implication. Cette recherche a été soutenue financièrement par l'Université du Québec à Trois-Rivières (fond de démarrage en recherche et fond pour la recherche clinique), la Chaire de recherche en chiropratique FRCQ et par la Fondation de recherche chiropratique du Québec. Je tiens également à remercier le département de chiropratique qui m'a permis de combiner le travail et les études. Finalement, des remerciements spéciaux à ma famille, David, Liam, Andrew et Denise pour leur précieux soutien.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>II</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>V</b>
<b>CHAPITRE.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
Épidémiologie de la lombalgie chronique .....	1
Absentéisme au travail .....	1
Évolution.....	2
Dégénérescence discale .....	3
Description .....	3
Définition et épidémiologie de la dégénérescence discale.....	4
Pathomécanique de la dégénérescence discale .....	4
Description du remplacement discal et comparaison avec les autres interventions chirurgicales.....	6
Épidémiologie .....	6
La fusion.....	6
L'arthroplastie.....	8
Avantage de l'arthroplastie.....	12
Outils de mesure.....	13
Effets secondaires.....	14
Changements et adaptations neuromusculaires du rachis lombaire .....	15
Lombalgie et aspects chirurgicaux .....	15
<b>II. QUESTION DE RECHERCHE, PROBLEMATIQUE.....</b>	<b>18</b>
<b>III. OBJECTIFS ET HYPOTHESES.....</b>	<b>19</b>
<b>IV. ARTICLE SCIENTIFIQUE.....</b>	<b>20</b>
Abstract .....	22

Keywords.....	24
Introduction .....	25
Methods .....	29
Participants.....	29
Experimental protocol .....	31
Outcome measures .....	31
Biomechanical laboratory testing .....	32
Instrumentation.....	32
Data analysis .....	33
Statistical analysis .....	34
Results .....	35
Clinical outcomes .....	35
Kinematics.....	39
Electromyography .....	42
Discussion .....	47
Clinical outcomes.....	47
Kinematic .....	48
Electromyography .....	49
Clinical interpretation.....	50
Limitations .....	52
Conclusion.....	53
<b>V. DISCUSSION .....</b>	<b>54</b>
Mesures cliniques .....	54
Cinématique.....	56
Électromyographie.....	58
Interprétation clinique.....	59
Limitations.....	61
<b>VI. CONCLUSION.....</b>	<b>63</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>64</b>



ANNEXE A.....	73
QUESTIONNAIRE SUR LA NOTION D'APPREHENSION-EVITEMENT.....	74
QUESTIONNAIRE D'INCAPACITÉ D'OSWESTRY.....	75

## **CHAPITRE**

### **I. Introduction**

#### **Épidémiologie de la lombalgie chronique**

La lombalgie est l'une des problématiques de santé les plus communes des sociétés industrialisées et elle entraîne, chez les individus atteints, d'importantes pertes de capacités fonctionnelles, une augmentation de l'absentéisme au travail ainsi que des douleurs chroniques. La prévalence des douleurs lombaires au cours d'une vie a été estimée entre 65 à 85 % (Manchikanti, 2000). L'impact économique est d'autant plus important puisque la consultation chez les professionnels de la santé pour les maux de dos constitue une part importante des dépenses budgétaires gouvernementales, représentant entre six et douze milliards de dollars par année au Canada. En fait, 73 % des patients atteints de lombalgies chroniques consultent un professionnel de la santé dans l'année. En moyenne, cela représente 11 visites médicales annuellement, ce qui est supérieur au taux de consultation moyen de la population générale qui se situe entre 5,1 et 9,2 visites (Carey, Evans, Hadler, Kalsbeek, McLaughlin et Fryer, 1995).

#### **Absentéisme au travail**

La lombalgie est une des principales causes d'absentéisme au travail. À elle seule, elle est responsable de 40 % des journées de travail perdues et 38 % des travailleurs rapportent avoir souffert d'une blessure lombaire causée par le travail (Hincapie, Cassidy et Cote, 2008; Manchikanti, 2000). Ce problème d'absentéisme est

d'autant plus important dans les cas de lombalgies chroniques. En fait, aux États-Unis, la perte moyenne de journées de travail est de 20 jours par année et 41 % des gens souffrant de lombalgies chroniques seront hospitalisés au cours de leur vie (Carey et al., 1995). Aussi, entre 23 % et 47 % des personnes indemnisées pour une lombalgie reliée au travail ne sont toujours pas aptes à retourner à leur emploi après une période de trois mois ou plus d'absence (Carey et al., 1995; Du Bois, Szpalski et Donceel, 2008; Fransen, Woodward, Norton, Coggan, Dawe et Sheridan, 2002). Plusieurs facteurs psychosociaux tels que l'organisation du milieu de travail, le contexte social, les assurances et l'état émotionnel de la personne blessée augmentent le risque de chronicité de la lombalgie et doivent être considérés (Soklaridis, Ammendolia et Cassidy, 2010).

## **Évolution**

Un épisode de lombalgie a été longtemps défini comme étant limité et se résolvant en peu de temps avec ou sans traitement. Cependant, la littérature récente a démontré qu'en réalité, il est chronique, persistant, récurrent et qu'il est souvent associé à des facteurs psychosociaux, telle la dépression (Cassidy, 1998; Manchikanti, 2000). Également, il a été démontré qu'un comportement d'évitement et d'appréhension de la douleur, la présence de signes non organiques, un niveau important de limitation avant l'épisode de lombalgie, une santé précaire initiale ainsi que la présence de conditions psychiatriques sont des facteurs prédictifs de lombalgie chronique (Chou et Shekelle, 2010). Aussi, seulement 30 % des gens ayant un épisode de lombalgie auront une

résolution complète des symptômes au cours d'une année tandis que plus de 20 % d'entre eux souffriront d'un second épisode dans les six mois à venir. Chez le jeune adulte, les douleurs lombaires représentent la cause la plus fréquente de réduction des capacités fonctionnelles. Dans le même ordre d'idées, au cours de leur vie, plus de 10 % de la population aura des limitations (modérées à sévères) avec les activités quotidiennes pour une période d'environ six mois en raison de douleur lombaire (Cassidy, 1998). Bien que les traitements conservateurs (médical et thérapie manuelle) soulagent généralement les patients, ceux qui développent des douleurs chroniques, invalidantes ou ayant une pathologie sous-jacente doivent se tourner vers des approches médicales spécialisées (Li et Yen, 2010; Singh, Vaccaro et Albert, 2004).

## **Dégénérescence discale**

### **Description**

Puisque les douleurs lombaires mécaniques sont d'origine multifactorielle et que plusieurs étiologies sont possibles, le diagnostic précis demeure incertain (Adams M., 2002). En fait, selon une exhaustive revue de la littérature, la hernie discale pourrait représenter entre 1 % et 30 % des cas de lombalgies locales (Manchikanti, 2000). On estime également que des douleurs radiculaires associées à une hernie discale sont présentes chez 25 % des patients ayant une lombalgie (Manchikanti, 2000). En dépit du manque de sensibilité des tests diagnostiques de la lombalgie, la dégénérescence discale est considérée comme l'une des sources principales de douleur lombaire.

### **Définition et épidémiologie de la dégénérescence discale**

La dégénérescence discale est décrite comme étant un changement dans le disque associé à l'âge, dont la présence est objectivée par la radiographie ou la résonance magnétique (Adams M., 2002). En considérant cette définition, la prévalence peut atteindre 31 % chez les adolescents de 15 ans et puisqu'elle croît avec l'âge, 100 % des gens de plus de 50 ans présentent des signes de dégénérescence discale lombaire. Aussi, une définition plus spécifique de la dégénérescence discale est souvent utilisée et inclut les phénomènes suivants : la diminution de l'espace discal, la présence d'ostéophytes et la sclérose des plateaux vertébraux adjacents. En considérant cette description plus précise, en présence de dégénérescence discale lombaire, il y a de 1.2 à 3.3 fois plus de chances d'être associée à la lombalgie mécanique (Adams M., 2002).

### **Pathomécanique de la dégénérescence discale**

Bien que plusieurs modèles théoriques aient été mis de l'avant pour expliquer la relation entre la dégénérescence discale et la douleur lombaire, il n'existe aucune preuve scientifique permettant d'associer directement douleur et dégénérescence discale. Selon une première théorie, la dégénérescence discale pourrait perturber les fonctions proprioceptives des différents récepteurs articulaires (mécanorécepteurs) et ainsi créer une augmentation soutenue de la contraction des fibres musculaires (Holm, Indahl et Solomonow, 2002). Dans le même ordre d'idées, le lien entre la dégénérescence discale ou la dégénérescence des articulations postérieures et la douleur a été exploré par Holm, Indahl et Solomonow (2002) qui décrivent le segment atteint comme possédant une

« instabilité fonctionnelle » (d'origine non traumatique). Cette hypermobilité segmentaire pourrait changer le patron de mouvement, car la longueur et la capacité des ligaments à résister aux contraintes seraient altérées, ce qui aurait pour effet de modifier la coordination musculaire. Ces adaptations neuromusculaires pourraient favoriser la chronicité des lombalgies et même accélérer le processus de dégénérescence. La troisième théorie en égard à la dégénérescence discale est associée aux fissures radiales (1/3 externe du disque) et à l'inflammation qui accompagneraient la dégénérescence discale. Ce phénomène aussi bien physique (activités qui dégradent l'anneau fibreux sous les forces de tension et de cisaillement) que chimique (médiateurs du processus inflammatoire qui stimulent les récepteurs du 1/3 externe de l'anneau fibreux) pourrait altérer/stimuler les récepteurs du disque. Cette sensibilisation des mécanorécepteurs et des nocicepteurs aux stress mécaniques provoquerait de la douleur et engendrait, à long terme, une diminution de leur seuil d'activation (Schmidt, 2007). Finalement, un des effets chimiques de la dégénérescence discale comprendrait le déplacement du noyau pulpeux sous un stress mécanique, qui libérerait des agents chimiques tels que l'oxyde nitrique. Cette composante pourrait alors provoquer des changements morphologiques et fonctionnels des racines nerveuses adjacentes et pourrait causer de la douleur (Adams M., 2002). Donc, tous ces changements, aussi bien au niveau de la structure qu'au niveau mécanique sont potentiellement des facteurs contribuant au développement de la douleur lombaire (Holm et al., 2002).

## **Description du remplacement discal et comparaison avec les autres interventions chirurgicales**

### **Épidémiologie**

Les patients atteints de dégénérescence discale constituent une part importante de la clientèle rencontrée par les chirurgiens spécialistes de la colonne vertébrale (Gamradt et Wang, 2005). On estime qu'entre 6 à 7.5 % des patients souffrants de lombalgie chronique ont recours à une chirurgie aux États-Unis (Carey et al., 1995; Du Bois et al., 2008). De façon générale, lors d'un échec des traitements conservateurs, en présence de douleur importante et d'une incapacité fonctionnelle considérable, la chirurgie semble bénéfique (Fritzell, Hagg, Wessberg et Nordwall, 2001).

### **La fusion**

La fusion vertébrale a longtemps été la procédure de référence pour la dégénérescence discale; voir la Figure 1 (Gamradt et al., 2005). L'objectif de cette procédure est d'éliminer les mouvements anormaux ou instables des segments symptomatiques atteints de dégénérescence discale en les fusionnant, ce qui réduit ou élimine complètement la douleur lombaire. Cependant, cette procédure peut causer des complications à long terme dans les segments adjacents à la fusion. De telles complications aux segments adjacents sont rencontrées chez 5,2 à 18,5 % des cas présentant des douleurs post chirurgicales, à long terme (Bertagnoli, Yue, Fenk-Mayer, Eerulkar et Emerson, 2006; Park, Garton, Gala, Hoff et McGillicuddy, 2004). En effet,

la fusion segmentaire provoquerait une augmentation des stress mécaniques aux niveaux contigus, ce qui entraînerait une augmentation de la pression intra discale et aux éléments postérieurs des vertèbres ainsi qu'une instabilité résiduelle (Auerbach, Wills, McIntosh et Balderston, 2007). Ces changements structuraux et fonctionnels peuvent provoquer une dégénérescence discale prématurée à ces segments et une augmentation à nouveau de la douleur. C'est alors qu'une seconde intervention chirurgicale peut être nécessaire, souvent avec des résultats limités. Bien que la fusion vertébrale ait longtemps été l'intervention privilégiée, le remplacement discal par une prothèse semble correspondre à l'évolution logique des traitements offerts pour la pathologie discale impliquant une dégénérescence.



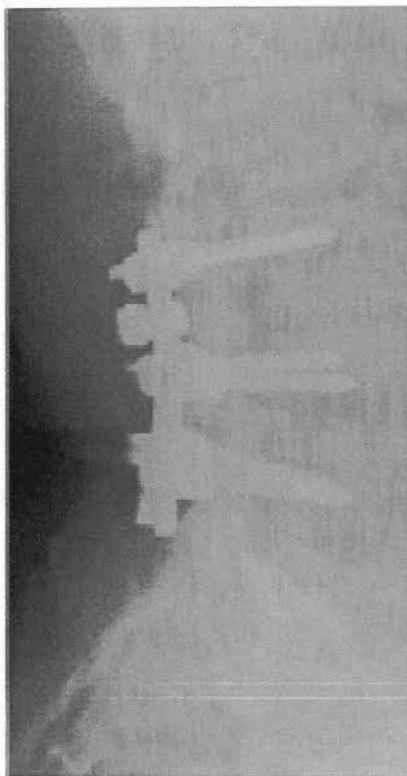


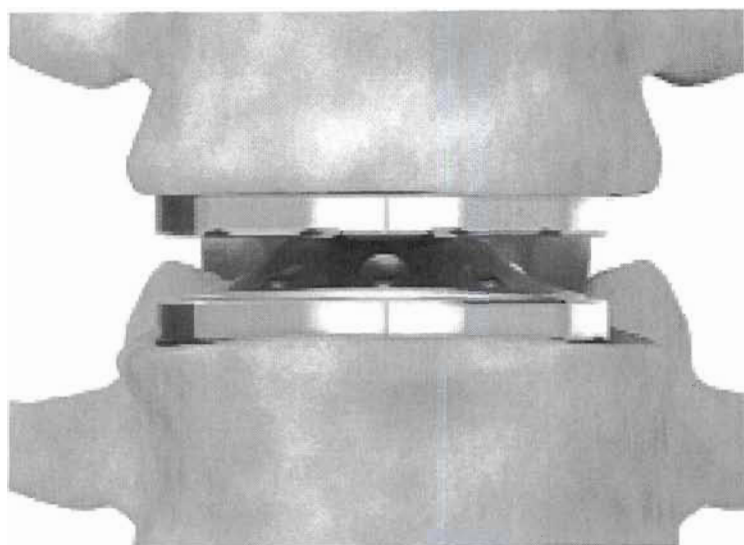
Figure 1. Fusion vertébrale de L3 - L4 et L5. Tirée de Bertagnoli et coll. (2006); reproduction autorisée par the Journal of Neurosurgery: Spine.

### **L'arthroplastie**

L'arthroplastie des segments lombaires a débuté dans les années 1980 en Europe et depuis seulement les années 2000 aux États-Unis ; voir la Figure 2 (Singh et al., 2004). Cette procédure est utilisée principalement chez les patients ayant des symptômes reliés à une hernie discale et présentant de la douleur centrale ou radiculaire. Cette nouvelle procédure représente un avantage par rapport aux interventions précédentes puisque le disque douloureux excisé est remplacé par un implant, qui permettrait

d'améliorer ou de maintenir la mobilité segmentaire préopératoire tout en protégeant les structures neurologiques et vasculaires (Cunningham, 2004; Singh et al., 2004). Le remplacement discal permettrait donc de préserver le mouvement segmentaire tout en favorisant une réduction des complications à long terme aux niveaux adjacents (Singh et al., 2004). Selon les auteurs d'une revue systématique de la littérature, l'incidence de la dégénérescence des segments adjacents (suite à l'intervention chirurgicale) chez des sujets asymptomatiques est de 34 % pour la fusion comparée à 9 % pour l'arthroplastie (suivi postopératoire de trois à 23 ans) (Harrop, Youssef, Maltenfort, Vorwald, Jabbour, Bono, Goldfarb, Vaccaro et Hilibrand, 2008). Chez les patients symptomatiques, l'incidence de ces deux interventions chirurgicales diminue respectivement à 14 % et à 1 %. Aussi, il a été observé qu'une prothèse (dans le cas échéant, Prodisc®-L), comparativement à des segments fusionnés, permet non seulement de conserver les ADM aux segments opérés, mais également, dans certains cas de les augmenter (Bertagnoli, Yue, Nanieva, Fenk-Mayer, Husted, Shah et Emerson, 2006; Cunningham, 2004; Zigler, Delamarter, Spivak, Linovitz, Danielson, Haider, Cammisa, Zuchermann, Balderston, Kitchel, Foley, Watkins, Bradford, Yue, Yuan, Herkowitz, Geiger, Bendo, Peppers, Sachs, Girardi, Kropf et Goldstein, 2007). Lors de l'évaluation cinématique (tâche de flexion et d'extension du tronc) des segments ayant une prothèse discale in vivo et ceux ayant eu une fusion, les mouvements segmentaires des patients avec prothèse sont semblables aux mouvements des sujets sains. De fait, la prothèse discale permettrait aussi de préserver la mobilité des segments adjacents (Auerbach et al., 2007). Une étude basée sur l'analyse radiologique des ADM indique que les patients ayant les

plus importantes pertes de hauteur discale avant l'intervention chirurgicale sont ceux qui présentent les plus importantes améliorations de l'ADM (Yaszay, Bendo, Goldstein, Quirno, Spivak et Errico, 2008). En analysant les mouvements précis segmentaires, une étude menée à l'aide d'un modèle cadavérique montre que ce type de remplacement préserve le centre de rotation du segment opéré (Cunningham, 2004). En préservant les mouvements segmentaires et en prévenant la formation de segments adjacents, la prothèse jouerait donc un rôle de protection contre les stress mécaniques aux segments atteints, mais également sur l'ensemble du rachis lombaire.



A



B

Figure 2. A) vue antérieure de la prothèse discale type métal-sur-métal. B) radiographie latérale comprenant une prothèse discale à L5-S1. Tirées respectivement de Sasso et coll. (2008) et Singh et coll. (2004) ; reproductions autorisées respectivement par Spine et The Spine Journal.

### Avantage de l'arthroplastie

Le succès clinique du remplacement discal (sur la prothèse de type Prodisc®-L) en termes d'absence de seconde intervention (modification ou résection de l'implant ou une fixation supplémentaire) a été évalué à 96,3 % avec un maintien ou une amélioration de l'état neurologique pour 91,2 % des patients (Zigler et al., 2007). Les études comparant la fusion à la prothèse au niveau lombaire ont montré une diminution significative de la durée de l'intervention chirurgicale, de la perte sanguine, de la durée de l'hospitalisation et de l'utilisation de narcotiques en faveur de la prothèse (Blumenthal, McAfee, Guyer, Hochschuler, Geisler, Holt, Garcia, Regan et Ohnmeiss, 2005; Gamradt et al., 2005; Sasso, Foulk et Hahn, 2008; Zigler et al., 2007). En regard de la satisfaction des patients, lors d'une étude prospective comparant la fusion de deux segments à l'implantation du Prodisc®-L, le taux de satisfaction tel qu'illustré par une réponse positive à la question : « procéderiez-vous à la même intervention si vous en aviez à nouveau le choix » était plus élevé dans le cas du remplacement discal (Zigler et al., 2007). Bien que la notion du « succès clinique » est un terme général et peut comprendre plusieurs aspects aussi bien physiques que psychologiques, il a été défini par Blumenthal, McAfee, Guyer, Hochschuler, Geisler, Holt, Garcia, Regan et Ohnmeiss (2005) comme étant une amélioration de plus de 25 % du score au « Oswestry low back pain disability questionnaire » (ODI), une absence d'échec de la procédure, aucune complication majeure et une absence de complication neurologique. En considérant ces critères, 63,6% des sujets ayant eu une prothèse discale répondaient à tous ces critères comparativement à 56,8 % ( $p = 0.0004$ ) des sujets ayant eu la fusion (à un suivi

postopératoire de 24 mois) (Blumenthal et al., 2005). Cette différence est notée principalement au niveau de l'ODI mais les données sont semblables entre les deux groupes pour les trois autres composantes. En effet, en regard des complications majeures associées à la procédure, il ne semble pas y avoir de différence entre les deux types d'interventions (Blumenthal et al., 2005).

### **Outils de mesure**

Des essais cliniques comparant la prothèse Prodisc®-L à la fusion vertébrale ont permis de quantifier certaines mesures cliniques en utilisant les outils suivants : ODI, le SF-36 Health survey Questionnaire (SF-36), la douleur lombaire et radiculaire (échelle visuelle analogique (EVA)), mesure de l'usage de médicaments et mesure de la satisfaction des patients. Parmi les mesures physiques étudiées, on retrouve les ADM et la hauteur discale mesurées à l'aide de la radiographie. En général, ces études montrent une amélioration en relation à l'état initial et, pour certaines de ces mesures (ODI, SF-36, EVA et satisfaction), ces améliorations semblent plus importantes chez les patients ayant subi un remplacement discal (Bertagnoli et al., 2006; Zigler et al., 2007). Les mesures subjectives telles que l'examen physique (ADM et mise en tension aux racines nerveuses) et neurologique (réflexes ostéotendineux, force motrice et la sensation) ainsi que la prise de radiographies indiquent un maintien ou une amélioration de l'état des patients sans description précise des mesures obtenues (Bertagnoli et al., 2006; Zigler et al., 2007). Bien qu'il existe plusieurs études comparatives entre l'arthroplastie et la fusion, peu d'entre elles utilisent les mesures comme évaluation prédictive du succès

clinique de la chirurgie. De nouvelles études ont cependant démontré que le résultat initialement élevé à l'ODI et la durée de la période d'absentéisme au travail avant la chirurgie discale influençaient défavorablement le résultat clinique du remplacement discal à long terme (Deutsch; Guyer, Siddiqui, Zigler, Ohnmeiss, Blumenthal, Sachs, Hochschuler et Rashbaum, 2008). Il est important de noter que la définition du succès clinique de l'arthroplastie varie grandement selon les auteurs.

### **Effets secondaires**

Comme toute intervention chirurgicale, le remplacement discal comporte certains risques. Parmi les effets secondaires décrits dans la littérature, on rapporte de rares cas d'éjaculation rétrograde par lésion du plexus sacré, un cas de pied tombant et deux cas de thrombose veineuse (Bertagnoli et al., 2006; Zigler et al., 2007). À l'analyse radiologique, aucun signe d'échec de l'implantation de la prothèse n'a été rapporté (Bertagnoli et al., 2006; Zigler et al., 2007). Il est important de mentionner qu'il existe peu d'études in vivo de l'effet de la prothèse sur les structures mécaniques environnantes et que la majorité des analyses mécaniques est effectuée sur des modèles d'éléments finis tridimensionnels et cadavériques. L'étude de Denozieri et Ku (2006), évaluant le mouvement des segments lombaires à l'aide de modèles mécaniques numérisés, semble démontrer une augmentation des stress mécaniques aux segments du disque remplacé et aux structures adjacentes comparativement à un modèle n'ayant reçu aucune intervention (Denozieri et Ku, 2006). Lors du remplacement discal par la prothèse, les

structures anatomiques telles que les éléments postérieurs demeurent intacts et le changement se fait principalement à l'aspect antérieur (plateaux vertébraux et disque) du rachis. Il serait donc logique de supposer que la stabilisation des segments et la transmission des forces lors de tâches impliquant le rachis lombaire seraient alors préservées ou même améliorées chez des sujets dont la dégénérescence affecte particulièrement les capacités fonctionnelles de la région lombaire.

### **Changements et adaptations neuromusculaires du rachis lombaire**

#### **Lombalgie et aspects chirurgicaux**

Il a été démontré que les patients souffrants de lombalgie chronique ont une fatigabilité plus rapide de la musculature lombaire. Bien que les modifications des réponses neuromusculaires soient bien documentées chez les sujets lombalgiques chroniques, peu d'études se sont attardées à ces changements en relation avec la dégénérescence discale. Une seule étude rapporte, chez un participant, les réponses neuromusculaires avant et après le développement d'une hernie discale lombaire (Haig, Weismann, Haugh, Pope et Grobler, 1993). Plus précisément, cette étude présente des données relatives au phénomène de flexion-relaxation (PFR), avant et après la rupture d'une hernie discale chez un adulte. Le participant étudié présentait une perte du PFR suite à la hernie et un retour à la normale lorsque ses symptômes diminuaient. Également, peu d'études ont décrit les réactions neuromusculaires avant et après une



chirurgie de la colonne vertébrale. Chez les patients ayant une douleur discogène, il a été démontré qu'il y a une amélioration de la fatigue musculaire des érecteurs du rachis suite à une micro discectomie et ce, mesuré à quatre semaines postopératoires. Cette différence fut notée seulement chez les hommes. Cependant, cette amélioration n'influence par l'endurance musculaire (mesurée par le test de Sørensen modifié) (Dedering, Harms-Ringdahl et Nemeth, 2006).

Il existe seulement deux études du PFR en relation à la chirurgie discale. La première comprend des participants ayant eu une fusion lombaire (sans comparaison avant et après la chirurgie). Selon Neblett, Mayer, Gatchel, Keeley, Proctor et Anagnostis (2003) le PFR pourrait être présent chez les gens ayant une fusion si les tissus mous et la flexibilité des articulations des autres segments non fusionnés sont préservés. Pour que le phénomène soit bien quantifié, une correction des ADM, en tenant compte des segments fusionnés, doit être considérée (Neblett, Mayer, Gatchel, Keeley, Proctor et Anagnostis, 2003). La deuxième étude compare le PFR et les ADM avant et après une discectomie lombaire (Wallbom, Geisser, Koch, Haig, Guido et Hoff, 2009). Bien que cette étude montre que les sujets ont eu une diminution significative de leur douleur, ces derniers ne présentaient pas de changements au niveau du PRF et de leurs ADM. Il est important de noter que l'expérimentation postopératoire était effectuée après quatre semaines de convalescence seulement et que l'objectif principal de la chirurgie était de réduire la douleur chez les sujets ayant une prédominance à la radiculopathie. De plus, comparativement à l'arthroplastie, où l'approche chirurgicale se fait antérieurement, la discectomie atteint la musculature paravertébrale, ce qui pourrait

influencer les résultats. Selon nos recherches, la littérature scientifique ne compte pas d'études portant sur l'évaluation des réponses neuromusculaires stabilisatrices de la colonne vertébrale suite à un remplacement discal. Or, cet aspect mérite d'être étudié afin d'observer les différentes composantes biomécaniques et cliniques d'un tel changement structurel.

## **II. Question de recherche, problématique**

En présence de lombalgies chroniques, il est connu qu'il existe des adaptations neuromusculaires relativement robustes et difficilement réversibles (Lehman et McGill, 2001; Marshall et Murphy, 2006; Neblett et al., 2003; Ritvanen, Zaproudina, Nissen, Leinonen et Hanninen, 2007). Considérant que le remplacement discal représente un changement drastique des structures vertébrales, il est permis de croire qu'un retour aux capacités fonctionnelles normales (objectif du remplacement discal) pourrait s'accompagner de changements significatifs dans les adaptations neuromusculaires. En effet, une augmentation des ADM, une amélioration des symptômes (observée par les questionnaires d'invalidité) ainsi que l'absence de douleur discogène pourraient favoriser un retour à la normale du mouvement segmentaire et ainsi favoriser un retour au patron neuromusculaire normalement observé chez les sujets sains. Le remplacement discal représente donc un modèle expérimental humain unique pour étudier les adaptations neuromusculaires chez les personnes atteintes de lombalgies chroniques.

### **III. Objectifs et hypothèses.**

Puisque le remplacement discal permet d'améliorer les capacités fonctionnelles, la qualité de vie et les ADM des patients atteints de dégénérescence discale, nous émettons les hypothèses suivantes :

1. Les changements cliniques s'accompagneront d'adaptations neuromusculaires typiquement associées aux lombalgies chroniques, c'est-à-dire un retour à la normale du PFR suite au remplacement discal.
2. Il y aura un retour à la normale du rythme lombo-pelvien, c'est-à-dire, une répartition du mouvement lombaire et des hanches semblable aux sujets sains.
3. il y aura une amélioration des symptômes, observée par les différents questionnaires (Oswestry modifié (ODQ), Fear Avoidance Belief Questionnaire (FABQ) et échelle visuelle analogique (EVA)) suite à l'opération.

L'objectif de l'étude proposée est donc d'étudier les stratégies neuromusculaires lors d'une tâche stéréotypée comme le phénomène de flexion-relaxation lombaire, avant et après le remplacement discal.

#### IV. Article scientifique

##### **Changes in functional capacities following lumbar disc replacement surgery: kinematic and electromyographic analyses.**

Julie O'Shaughnessy DC, FCCS(C)<sup>1</sup>, Jean-François Roy MD, FRCS(C)<sup>2</sup>, Martin Descarreaux DC, PhD<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc candidate, Full-time Professor, Département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Trois-Rivières, Québec, Canada.

<sup>2</sup> Orthopaedic Surgeon, Centre Hospitalier Universitaire de Québec (CHUQ), Hôpital St-François d'Assise, Québec, Québec, Canada.

<sup>3</sup>Full-time Professor, département de chiropratique, UQTR, Trois-Rivières, Québec, Canada.

This work was supported by the Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), the Fondation de recherche chiropratique du Québec and the Chaire de Recherche en Chiropratique FRCQ. This project received ethics approval from the UQTR and the CHUQ Human Research Ethics Committees.

Address correspondence to: Julie O'Shaughnessy, Département de Chiropratique, UQTR, 3351 boul. des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7. E-mail: Julie.O'Shaughnessy@uqtr.ca

**Changes in functional capacities following lumbar disc replacement surgery:  
kinematic and electromyographic analyses.**

Statement of financial disclosure and conflict of interest: the authors declare that they have no competing interests.

**Acknowledgements**

This work was supported by the Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), the Fondation de recherche chiropratique du Québec and the Chaire de Recherche en Chiropratique FRCQ. Special thanks to Sonia Breton, registered nurse, for her contribution during the recruitment and follow-up phases of the study.

## **Abstract**

### **Objectives**

To determine if changes in neuromuscular patterns assessed using the flexion-relaxation phenomenon (FRP), can be observed following disc replacement surgery. A secondary objective was to evaluate whether or not these changes are correlated to change in clinical outcomes.

### **Background**

Chronic low back pain patients usually present with heightened electromyography (EMG) signal during trunk full flexion. This response may be due to the presence of injured spinal structures and/or the abnormal biomechanical performance. In cases where the discs have been replaced with a prosthesis and where segmental range of motion (ROM) are preserved, the neuromuscular activity may return to a normal pattern.

### **Methods**

Fifteen subjects participated in this study. The biomechanical laboratory experimentations were performed before and after (three months) lumbar disc replacement surgery. Questionnaires (modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ), fear-avoidance beliefs (FABQ) and a visual analogue scale (VAS)) were completed before each biomechanical laboratory sessions. The task

included ten repetitions of trunk flexion and extension movement (with and without load), where the surface electromyography (EMG) and kinematic data were recorded.

## **Results**

Following the disc replacement procedure ( $17.3 \text{ weeks} \pm 8.4$ ), participants reported a significant reduction in their ODQ and FABQ - physical activity ( $p < 0.05$ ) scores. These subjective findings in clinical outcomes were coupled with an increase in pelvic flexion as well as an increase in erector spinae (ES) muscle activity at L5 in the flexion phase following disc replacement surgery. Also, following disc replacement surgery, ES activity at L2 decreased during the quiet standing position. Indeed, decreases in EMG activity of the lumbar ES during the flexion-relaxation phase (FRP) of movement was correlated with decreases in pain (VAS), fear-avoidance related to work (FABQ I) and disability scores (ODQ), whereas changes in lumbar and hip flexion were not correlated to clinical outcomes.

## **Conclusion**

The results of this study suggest that although improvements in disability scores and fear-avoidance related to physical activities scores were noted after disc replacement surgery, the lumbar ROM was not modified. Nevertheless, a significant increase in the hip ROM during the flexion-extension task as well as an increase in ES muscle activity in flexion was observed following surgery. The VAS, FABQ I and ODQ scores were positively correlated with change in the muscular activities during the FRP.



**Keywords**

Low back pain; disc prosthesis; degeneration disc disease; flexion-relaxation phenomenon; lumbar kinematics.

## Introduction

Elective surgery can reduce pain and decrease disability in chronic low back pain (CLBP) patients when conservative therapies are not efficient and activities of daily living are severely limited (Fritzell et al., 2001). It has been estimated that between 6 and 7.5% of the CLBP patients undergone spinal surgery in United States (Carey et al., 1995; Du Bois et al., 2008). The most common elective surgeries for degenerative disc disease (DDD) can be divided in two broad categories: fusion (arthrodesis) and disc replacement (arthroplasty) (Bono et Lee, 2004; Cunningham, 2004; Davis, 1994; Gamradt et al., 2005). Arthroplasty has been practiced in Europe since 1980, but only since the turn of the century in the United States (Singh et al., 2004). This new procedure is believed to offer some advantages over the fusion. Indeed, its anterior approach to remove the symptomatic degenerative disc and to replace it by a prosthesis, spares the posterior elements and protects the posterior neurological and vascular structures (Cunningham, 2004; Singh et al., 2004). The few comparative studies between fusion and disc replacement showed better outcomes for a disc replacement with regard to operative time, blood loss, hospitalization stay and use of narcotics (Blumenthal et al., 2005; Delamarter, Zigler, Balderston, Cammisa, Goldstein et Spivak, 2011; Gamradt et al., 2005; Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007). Also, compared to a vertebral fusion, patients with disc prosthesis showed better clinical results measured with the Oswestry disability Index (ODI), the SF-36 Health survey Questionnaire (SF-36) and the Visual analogue pain scale (VAS). Patients also showed higher levels of satisfaction following

disc replacement surgery (Bertagnoli et al., 2006; Blumenthal et al., 2005; Zigler et al., 2007). From a biomechanical standpoint, disc prostheses are believed to contribute to the restoration of the segmental movement and the preservation of the adjacent segments. Disc replacement surgery was developed as an alternative to fusion long term complications such as the increase of mechanical stress and load on the adjacent segments. These increased loads can lead to post-surgical vertebral instability, early disc degeneration and pain. In fact, symptomatic adjacent segment disease (ASD) is found in 5.2 to 18.5 % of the patients who present CLBP after a fusion and can lead to a second surgical intervention, often with limited results (Bertagnoli et al., 2006; Park et al., 2004). In a systematic literature review on symptomatic ASD (only four articles reported), Harrop, Youssef, Maltenfort, Vorwald, Jabbour, Bono, Goldfard, Vaccaro and Hilibrand (2008) estimated that such type of complication was only present in 1% of the patients at 8.7 to 13.2 years following arthroplasty. Besides the clinical improvement and the reduction of the symptomatic ASD, one proposed advantage of the disc prosthesis is to emulate the normal disc biomechanics (Gao, Lei, He, Liu, Xiao, Wen, Liang et al., 2011). Disc replacement might preserve or increase the segmental range of motion (ROM) thus, keeping the physiologic lumbar spinal kinematic properties (Auerbach, Jones, Milby, Anakwenze et al., 2009; Auerbach et al., 2007; McAfee, Cunningham, Holsapple, Adams, Blumenthal, Guyer, Dmitriev, Maxwell, Regan et al., 2005; Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007).

Spinal stability in a «healthy» lumbar spine (absence of symptoms, degeneration or surgical intervention), involves complex interactions between neuromuscular control and passive tissues (Panjabi, 1992; 1992). In CLBP patients, neuromuscular adaptations are developed to perform daily tasks. These adaptations can be objectively observed and quantified using, for example, a simple flexion-extension task (Colloca et Hinrichs, 2005). During a flexion-extension task, healthy subject (without low back pain) exhibit a reduction in or a silence of the electromyographic (EMG) signal of the lumbar erector spinae (ES). Myoelectric silence of the superficial ES muscles when approaching full flexion was first observed in 1948 by Allen (1948) and later by Floyd and Silver (1951 and 1955) who called the phenomenon: «flexion-relaxation» (FRP) (Allen, 1948; Floyd et Silver, 1951; 1955). In the presence of low back pain, the EMG silence is absent during the full flexion. It is unknown if the continuous contraction of the ES is due to the subjects' pain or if the constant muscular activity induces the pain, but studies have showed that this absence of FRP can be observed in healthy subjects submitted to experimental pain (Dubois, Piche, Cantin et Descarreaux, 2011; Zedka, Prochazka, Knight, Gillard et Gauthier, 1999). This neuromuscular response has been thoroughly investigated and appears to be the result of equilibrium between the gravity-induced flexion moment and the stretched posterior structures, namely the posterior ligaments and the lumbar ES (Gupta, 2001; McGill et Kippers, 1994). Because FRP reliability (inter and intra raters) measured with kinematic and surface EMG is excellent, it is often used as an objective clinical improvement measurement tool (Marshall et Murphy, 2006;

Mayer, Neblett, Brede et Gatchel, 2009; Neblett, Mayer, Brede et Gatchel, 2010; Neblett et al., 2003; Sarti, Lison, Monfort et Fuster, 2001).

Although FRP has been used to monitor clinical improvement in chronic non-specific low back pain, only a few studies in specific low back conditions have been published. One study measured the FRP before and after herniated nucleus pulposus in one subject, and found that the FRP returned to its initial status (absence of the EMG signal in lumbar flexion) when the patient's symptoms resolved and the lumbar ROM returned to its normal amplitude (Haig et al., 1993). One study reported FRP parameters before and after lumbar discectomy surgery in 17 subjects with disc herniation (Wallbom et al., 2009). After four weeks, the EMG recordings showed a continuous contraction of the ES during the lumbar flexion, despite the decreased pain level.

Disc replacement surgery represents a unique model to study the neuromuscular adaptation before and after a surgery in low back pain patients. Since the procedure is believed to maintain or improve ROM and overall functional capacity, the aim of this study is to compare, in a group of participants with DDD, trunk neuromuscular control and trunk kinematics before and after disc replacement surgery. It is hypothesised that, together with decreased levels of pain and disability, flexion-relaxation parameters will be normalized following the surgery. This study is the first to observe the neuromechanical adaptations following disc replacement surgery.

## Methods

### Participants

Fifteen participants (ten men and five women) between 32 to 58 years old (mean:  $43.5 \pm 8.6$ ) were recruited for this study. The participants included in the present study were all scheduled for elective disc replacement surgery for CLBP (from DDD) and were all recruited from the same orthopaedic clinic. The general inclusion/exclusion criteria for arthroplasty were determined by an orthopaedic surgeon (JFR) and are reported in Table 1. A discography analysis was ordered for all patients to confirm the magnetic resonance imaging or computer tomography findings and the origin of the discogenic pain. Participants with a body mass index (BMI)  $> 30$  and a waist circumference  $> 102.01$  centimeters for men and  $> 88.01$  centimeters for women were excluded from the study (Canada, 2003). This work was approved by both the Université du Québec à Trois-Rivières and the Centre Hospitalier Universitaire de Québec research ethical review boards. All participants gave their written informed consent and their participation in the study had no influence on the surgical protocol and clinical follow-ups.

Table 1

Inclusion and exclusion criteria for lumbar arthroplasty.

Inclusion	Exclusion
Adults between 18 et 60 years old (bone maturity).	DDD > 1 symptomatic vertebral level
Degenerative disc disease (DDD) between L1 and S1.	Vertebral end-plates smaller than 34.5 mm in the media-lateral plan and/or 27 mm in the antero-posterior plan.
DDD certified by: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Low back pain and/or leg pain (radiculopathy) and</li> <li>▪ CT, MRI, discography, radiology, myelography and/or flexion/extension radiographs with at least one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instability (<math>\geq 3</math> mm translation or <math>\geq 5^\circ</math> degrees);</li> <li>- Lost of disc high &gt; 2 mm</li> <li>- Thickness/scar of the annulus pulposus</li> <li>- Herniated nucleus pulposus; or</li> <li>- Vacuum phenomenon</li> </ul> </li> </ul>	Allergy to : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Titanium</li> <li>▪ Polyethylene</li> <li>▪ Cobalt</li> <li>▪ Chrome</li> <li>▪ Molybdenum</li> </ul>
Oswestry disability index $\geq 40$ (20/50)	Past vertebral surgery (thoracic or lumbar) : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fusion</li> <li>▪ Bilateral spinal or unilateral vertebral decompression where &gt; 50 % of the facet was removed</li> <li>▪ Facet fracture</li> </ul>
VAS $\geq 40/100$	Trauma (past or present) to the vertebral end-plates.
Failure to improve with a trial of nonsurgical management (physical therapy, medications and epidural injection).	Pregnancy

## **Experimental protocol**

The experimental sessions (biomechanical laboratory) were conducted before and after disc replacement surgery (at least three months) and each testing session lasted approximately 90 minutes. Prior to postoperative laboratory assessments, patients were examined by the orthopedic surgeon where a clinical assessment and flexion-extension x-ray were performed. In absence of surgical complication and when stability of the prosthesis was confirmed by the surgeon, participants were referred for their second postoperative laboratory assessments.

## **Outcome measures**

Participants were asked to complete the French versions of the modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ) and the Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ), respectively to assess disability and fear-avoidance behaviors related to their CLBP. These questionnaires demonstrate moderate conceptual validity and a good reproducibility (Chaory, Fayad, Rannou, Lefevre-Colau, Fermanian, Revel et Poiraudreau, 2004; Vogler, Paillex, Norberg, de Goumoens et Cabri, 2008). The clinical pain intensity was assessed using a visual analogue scale (VAS). The VAS has been found superior to the McGills pain questionnaire to detect pain responsiveness in low back pain patients involved in postsurgical rehabilitation (Scrimshaw et Maher, 2001). The participants were asked to complete the questionnaires before each laboratory sessions. Also, trunk and hamstring flexibility were measured before and after the surgery with sit and reach test (Davis, Quinn, Whiteman, Williams et Young, 2008).



## **Biomechanical laboratory testing**

**Flexion-extension task.** Participants were asked to perform a trunk flexion-extension task. Verbal instructions, followed by a demonstration and practice trials, were provided before the experiment. During the task, participants stood with arms crossed over their chest with their legs fully extended. The complete cycle of movement was characterized by four different movement phases: (1) standing still (three seconds); (2) trunk flexion to reach a fully-flexed state (five seconds); (3) full flexion (three seconds) and (4) trunk extension to return to the initial upright position (five seconds). A metronome was used to standardize the task's speed and duration. Ten flexion-extension cycles were completed; five without load and five during which the participants held 10 kg. During this "loading condition", the weight was held with hands crossed over their chest. The two different conditions were performed in blocks of five trials and the order in which they were performed was randomized across participants.

## **Instrumentation**

**Electromyography.** Surface EMG data were collected using bipolar disposable surface Ag-AgCl electrodes applied bilaterally over the ES muscles at L2 and L5 level, approximately 3 cm from the mid-line of the spine (electrodes were applied in-line with muscle fiber orientation) (Merletti, Lo Conte, Avignone et Guglielminotti, 1999). A ground electrode was placed on the left anterior superior iliac spine. Skin impedance was reduced by shaving body hair, gently abrading the skin with fine-grade sandpaper

(Red Dot Trace Prep, 3M, St. Paul, MN, USA), and wiping the skin with alcohol swabs. The EMG activity was recorded with a Bortec biomedical acquisition system (Model AMT-8, common mode rejection ratio of 115 dB at 60 Hz, input impedance of 10 G $\Omega$ ) and sampled at 1000 Hz with a 12-bit A/D converter (PCI 6024E, National Instruments, Austin, TX). The EMG data were digitally filtered by a 10- to 450-Hz band-pass, dual-pass zero-lag, fourth-order Butterworth filter. The data were collected using LabView (National Instruments) and analyzed using MatLab (Mathworks, Natick, MA).

**Kinematics.** Kinematic data were collected by a motion analysis system (Optotrak Certus, Northern Digital, Waterloo, ON, Canada). Light-emitting diodes (LED) were positioned on the right side of each participant over eight different anatomic landmarks: (1) lateral malleolus; (2) head of the fibula; (3) lateral condyle of the femur; (4) greater trochanter; (5) anterior superior iliac spine (ASIS); (6) posterior superior iliac spine (PSIS); (7) L1 and (8) T11. Kinematic data were collected at 100 Hz and low-pass filtered by a dual-pass zero-lag, fourth-order Butterworth filter with a cutoff frequency at 7 Hz.

### **Data analysis**

Kinematics data and rectified EMG signals were superposed to determine total trunk angle corresponding to EMG cessation during the flexion phase and total trunk angle of EMG onset during the extension phase. EMG cessation and onset were quantified by visual inspection of the rectified EMG signal. The normalized root mean

square (RMS) value (normalized to the RMS value in extension during the first trial) during each phase of movement was calculated. The EMG data obtained from the left and right sides were averaged for L2 and L5 (no statistical difference were noted on each movement phases). Dependent variables included: (1) average total trunk flexion angle corresponding to the onset and cessation of myoelectric silence of the FRP and (2) average, normalized EMG amplitude signals (RMS) during the full flexion phase of movement.

Two adjacent LEDs were used to create a vector and the angles between vectors served to quantify knee, lumbar spine and pelvic motion. The knee angle was calculated by the angle between the lateral malleolus - head of the fibula and the femur's lateral condyle - greater trochanter. Pelvic motion was determined by the angle between the ASIS-PSIS and greater trochanter-knee vectors where as lumbar spine motion was obtained by the angle between the T11-L1 and ASIS-PSIS vectors. Total trunk flexion angle was calculated as the sum of the lumbar spine and hip angles. Total flexion and extension angles were divided into quartiles (Q1-Q4) for which lumbar and hip movements were calculated.

### **Statistical analysis**

Total flexion angle corresponding to the onset and cessation of myoelectric silence, the normalized EMG values during the full flexion phase of movement as well as all kinematic data were compared across the different experimental conditions using a

2 × 2 (pre-post surgery × load) repeated-measures analysis of variance (ANOVA).

Spearman's correlation coefficient was used to assess the correlation between changes in the various neuromechanical values and reported changes in clinical outcomes. For all analyses, statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

## Results

### Clinical outcomes

All participants had a history of CLBP for more than 24 months. Participants' demographics as well as baseline clinical outcomes are respectively reported in Table 2 and Table 3. The statistical analyses revealed significant decreases in the mean ODQ and FABQ II scores (physical activity) following surgery (dependant sample  $t$ -test;  $p < 0.05$ ). The improvement in these scores, did not reach suggested clinically important difference (CID) with differences of 12.4 points for ODQ (CID: 12.8 points) and 5.8 points for FABQ II (CID: 9 points) (Copay, Glassman, Subach, Berven, Schuler et Carreon, 2008; Grotle, Brox et Vollestad, 2006). However, the 1.4 points decrease observed for the VAS scores indicates clinical improvement (clinically important difference (CID) of 1.20 to 1.74 point) but did not reach statistical difference (Copay et al., 2008; Farrar, Young, LaMoreaux, Werth et Poole, 2001). No statistical difference or CID were noted for the FABQ I (work) (CID: 12 points) questionnaires (dependant sample  $t$ -test;  $p < 0.05$ ) following surgery (Copay et al., 2008; Grotle et al., 2006). Nine and three participants respectively showed CID for VAS and FABQ I outcomes after the

surgery whereas two participants showed increased VAS scores and one participant an increased FABQ I score after the intervention. Trunk flexibility measured by the sit and reach test did not change following surgery (dependent sample *t*-test;  $p > 0.05$ ). No major surgical complication was reported and all participants participated to both biomechanical laboratory testing. Noticeably, twelve participants out of fifteen had two or more surgical intervention such as an anterior fusion in combination with the prosthesis.

Table 2.

## Participants' characteristics.

Characteristics	Means $\pm$ SDs
Age (years)	43.5 $\pm$ 8.6
Weight (kg)	75.5 $\pm$ 10.1
Height (m)	1.74 $\pm$ 0.8
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	25.0 $\pm$ 2.7
Level of disc prosthesis	
-L2-L3	n = 1
-L3-L4	n = 1
-L4-L5	n = 11
-L3-L4 and L4-L5	n = 1
-L5-S1	n = 1
Other surgery	
-fusion L5-S1	n = 12
Weeks before surgery*	12.1 $\pm$ 13
Weeks after surgery**	17.3 $\pm$ 8.4

SDs: standard deviations

\*Number of weeks between the initial laboratory experimentation and the surgery.

\*\* Number of weeks between the surgery and the second laboratory experimentation.

Table 3.

Outcome measures: VAS, ODI and FABQ I and II and flexibility.

Questionnaires	before	after	<i>p</i>
VAS ( /10)	4.8 ± 2	3.4 ± 2.8	0.06
ODI ( /100)	38.2 ± 13.7	25.8 ± 19.2	<b>0.03</b>
FABQ I ( /42)	22.1 ± 14.8	18 ± 15.2	0.09
FABQ II ( /24)	13.1 ± 9.1	7.3 ± 7.5	<b>0.01</b>
Sit and reach (cm)	8.2 ± 10.4	7.5 ± 12.7	0.74

Mean ± standard deviation. Dependant sample *t*-test;  $p < 0.05$ .

FABQ I indicates fear-avoidance beliefs about work; FABQ II, fear avoidance beliefs about physical activity.

## Kinematics

The total trunk ROM in flexion significantly increased after the surgery ( $61.4^{\circ} \pm 23.1$  vs.  $69.8^{\circ} \pm 17.2$ ;  $p = 0.02$ ). A significant change in ROM was observed in the hip contribution to total flexion ( $33.6^{\circ} \pm 13.6$  vs.  $41.0^{\circ} \pm 10.6$ ;  $p = 0.01$ ) and were almost entirely responsible for the changes observed in explained the total trunk ROM in flexion. Moreover, when all trials were considered (with and without a load) the increase hip ROM observed after surgery was characterized by significant increases in ROM during extension Q1, Q2 and Q3 and during flexion Q3 (see table 5). No change in lumbar ROM was observed following surgery ( $p = 0.73$ ) and lumbar ROM were highly variable between participants. Kinematic data are reported in Table 4 (lumbar, hip and total trunk flexion) and Table 5, where absolute changes in hip ROM for each quartile of flexion and extension movements are presented. There were no differences in knee angle recorded before and after the surgical intervention.



Table 4.

Kinematics data in flexion.

Flexion	Degree	CI 95%	<i>p</i>
Total angle			
Pre	61.4 ± 23.1	48.6 – 74.3	<b>0.02</b>
Post	69.8 ± 17.2	60.2 – 79.3	
Hip total angle			
Pre	33.6 ± 13.6	26.0 – 41.1	<b>0.01</b>
Post	41.0 ± 10.6	35.1 – 46.9	
Lumbar total angle			
Pre	27.4 ± 11.4	21.1 – 33.7	0.73
Post	28.2 ± 9.6	22.8 – 33.5	

Mean ± standard deviation. Dependant sample *t*-test;  $p < 0.05$ .

CI 95% : 95% confidence interval.

Table 5.

Mean (SD) hip movement (degrees) per quartile pre and post surgery.

	Without Load	With load	ANOVA	
Flexion	degree	degree	effect	$p < 0.05$
			Load effect	0.39
Q1 pre	10.1 $\pm$ 0.6	8.2 $\pm$ 1.0	Treatment effect	0.79
Q1 post	8.1 $\pm$ 1.0	10.3 $\pm$ 0.6	Interaction	<b>0.03</b>
			Load effect	0.46
Q2 pre	9.0 $\pm$ 1.0	9.1 $\pm$ 1.1	Treatment effect	0.06
Q2 post	11.0 $\pm$ 0.8	11.2 $\pm$ 0.8	Interaction	0.61
			Load effect	0.95
Q3 pre	8.8 $\pm$ 1.0	8.8 $\pm$ 0.9	Treatment effect	<b>0.04</b>
Q3 post	10.9 $\pm$ 0.9	10.8 $\pm$ 0.8	Interaction	0.57
			Load effect	0.12
Q4 pre	8.5 $\pm$ 1.1	8.2 $\pm$ 1.1	Treatment effect	0.10
Q4 post	9.8 $\pm$ 1.0	9.3 $\pm$ 1.0	Interaction	0.41
Extension			Load effect	0.74
Q1 pre	8.3 $\pm$ 1.1	8.3 $\pm$ 1.1	Treatment effect	<b>0.03</b>
Q1 post	10.1 $\pm$ 1.0	10.0 $\pm$ 0.8	Interaction	0.85
			Load effect	0.36
Q2 pre	8.0 $\pm$ 1.0	8.4 $\pm$ 0.9	Treatment effect	<b>0.03</b>
Q2 post	10.2 $\pm$ 0.9	10.3 $\pm$ 0.9	Interaction	0.21
			Load effect	0.91
Q3 pre	8.4 $\pm$ 1.0	8.5 $\pm$ 1.0	Treatment effect	<b>0.05</b>
Q3 post	10.6 $\pm$ 0.8	10.6 $\pm$ 0.8	Interaction	0.88
			Load effect	0.99
Q4 pre	9.2 $\pm$ 1.1	9.1 $\pm$ 1.1	Treatment effect	0.12
Q4 post	10.9 $\pm$ 0.9	11.0 $\pm$ 1.0	Interaction	0.69

## Electromyography

Loading the spine significantly increased ( $p < 0.05$ ) RMS values of the ES muscles at L2 through all phases of the flexion-extension task (quiet standing, flexion, extension and FRP). Under the same condition, the ES RMS values at L5 increased for the extension ( $p = 0.03$ ) and FRP phases only ( $p = 0.02$ ). A main effect of surgery was noted for ES RMS values at L2 during the quiet standing position ( $0.40 \pm 0.04$  vs.  $0.33 \pm 0.05$ ;  $p < 0.05$ ) and at L5 during the flexion phase for which ES RMS values significantly increased following surgery ( $0.79 \pm 0.05$  vs.  $0.91 \pm 0.03$ ;  $p < 0.05$ ). The ANOVA also yielded a significant surgery x load interaction effects for ES RMS values at L2 during the FRP phase (Figure 1). No significant surgery x load interaction could be observed at L5 for ES RMS values.

No statistically significant correlation was found between clinical outcomes (pain, disability, fear- avoidance questionnaires) and kinematic variables. On the other hand, positive correlations were observed between changes in ES RMS values during the FRP phase and several clinical outcome measures. In fact, changes in Oswestry scores were positively and strongly correlated to changes in ES RMS at L2 (both with and without load:  $r = 0.69$ ,  $p = 0.01$ ) and L5 (with load:  $r = 0.71$ ,  $p = 0.01$ ; without load:  $r = 0.67$ ,  $p = 0.01$ ). Also, during the FRP phase, the FABQ I questionnaire was positively and strongly correlated to changes at L2 without load ( $r = 0.56$ ,  $p = 0.04$ ) and at L5 under the loading condition ( $r = 0.59$ ,  $p = 0.04$ ), whereas changes in VAS scores were positively and strongly correlated to changes in ES RMS at L5 (with load:  $r = 0.72$ ,  $p = 0.01$ ;

without load:  $r = 0.65$ ,  $p = 0.02$ ). ODI questionnaire was also strongly correlated to changes in ES contraction at L2 during the quiet standing position (with load:  $r = 0.72$ ,  $p = 0.00$ ; without load:  $r = 0.59$ ,  $p = 0.03$ ). Only one negative correlation was found between the FABQ II questionnaire and changes in ES RMS at L2 during the flexion (without load:  $r = -0.59$ ,  $p = 0.03$ ). Significant correlations between changes in EMG values (without load) and reported changes in clinical outcomes (ODI and VAS) are illustrated in Figure 2.

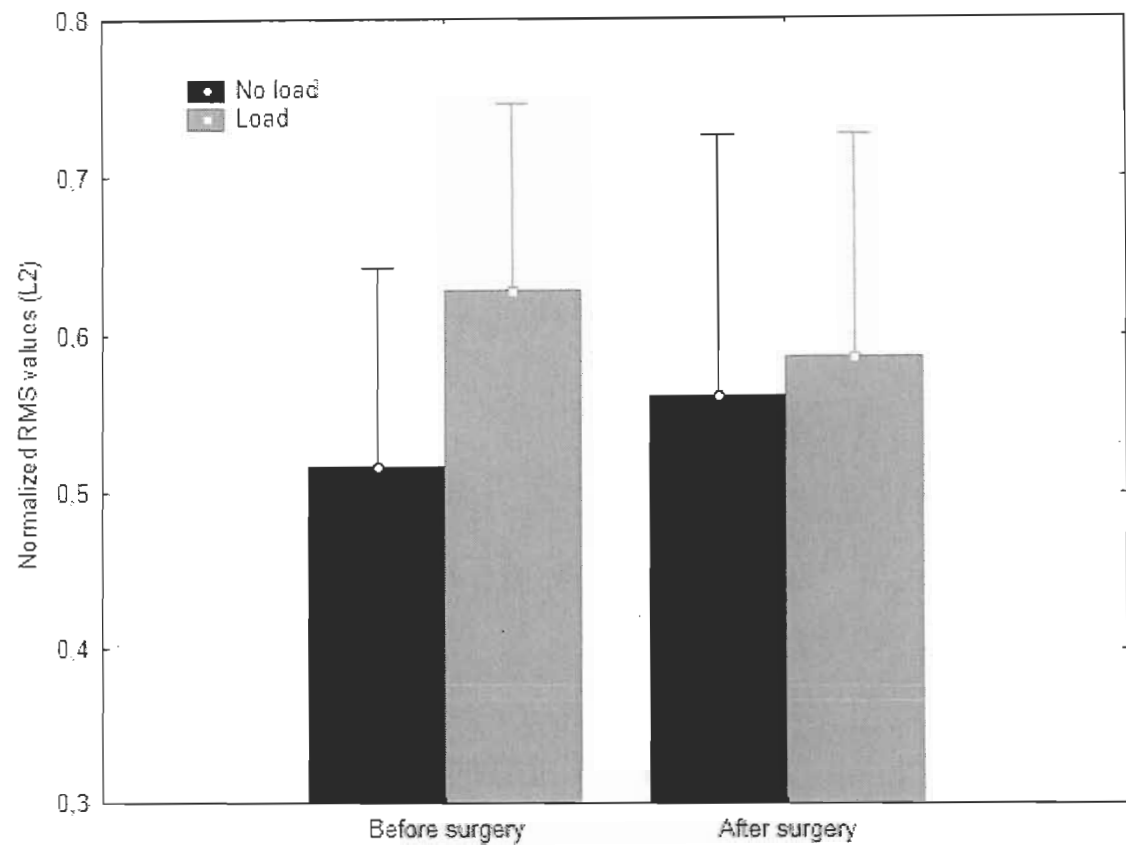
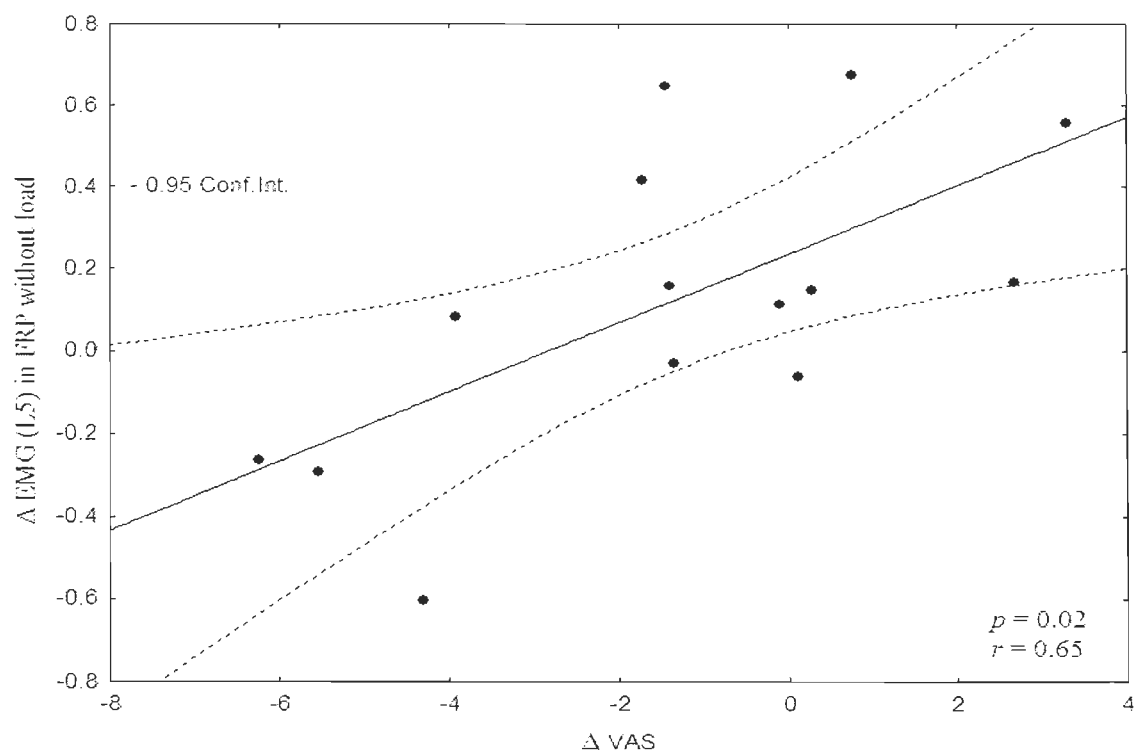
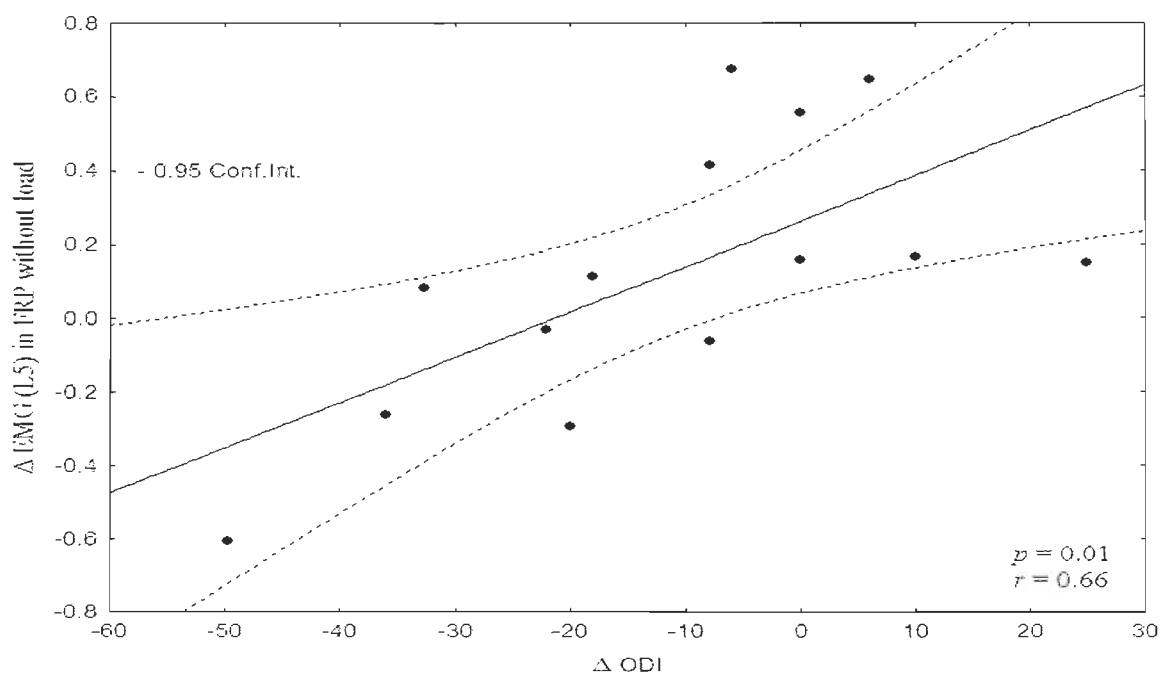


Figure 1. Pre and post surgery normalized RMS values of ES at L2 during the flexion relaxation phase (FRP) of movement.



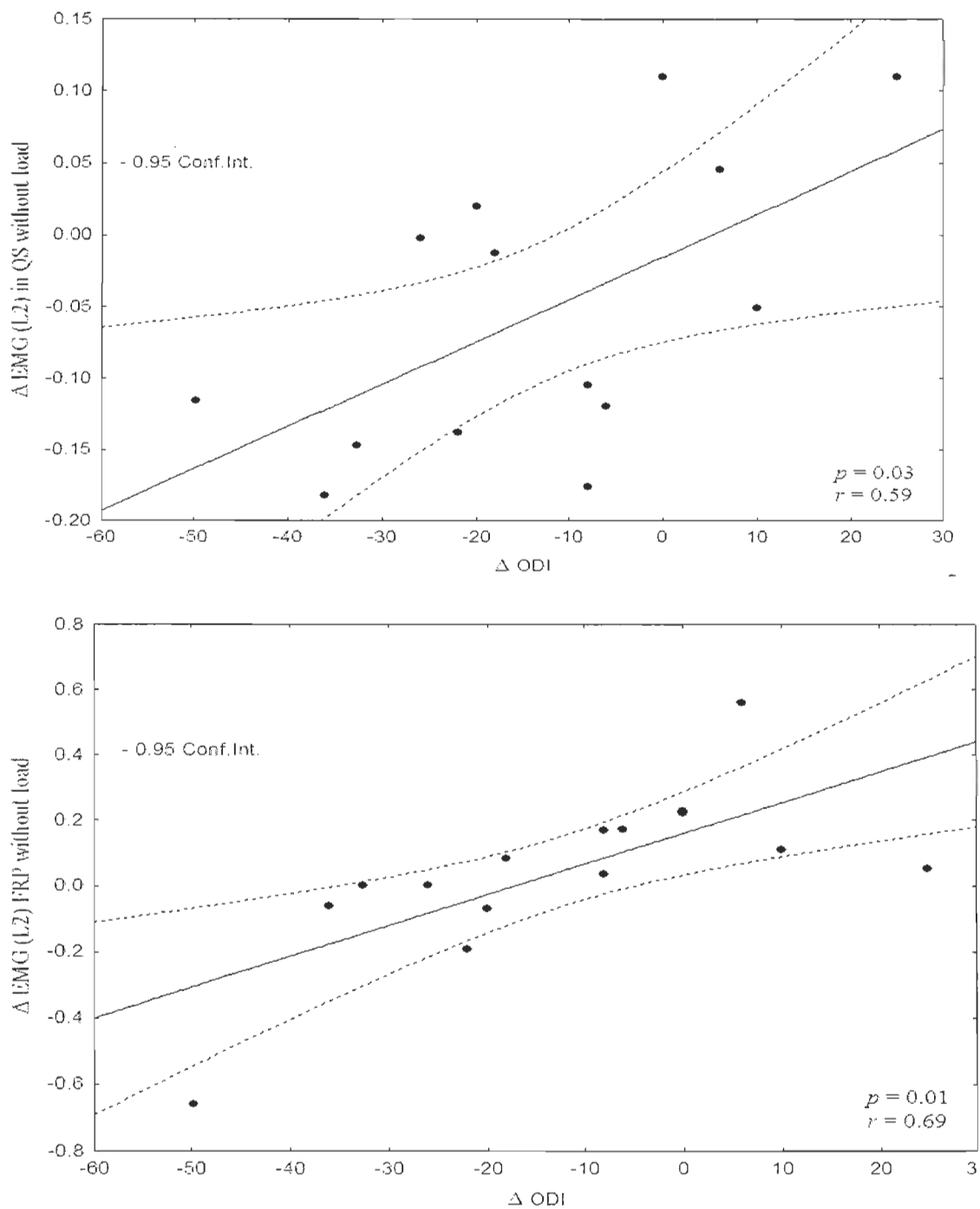


Figure 2. Significant correlations between changes in EMG values and reported changes in clinical outcomes.

## **Discussion**

The main objective of this study was to assess whether or not lumbo-pelvic neuromechanical adaptations occurred following lumbar disc replacement surgery and if such changes were related to changes in clinical outcomes. Four months following the disc replacement procedure, participants reported a significant reduction in their disability scores and fear- related beliefs for physical activities. These subjective findings in clinical outcomes were coupled with an increase in pelvic flexion as well as a reduction in ES muscle activity in quiet standing, while muscles activity increased during the flexion phases at L5 following surgery. Interestingly, decreases in EMG activity in superficial lumbar spine muscles during the FRP were correlated to decreases in pain, disability and fear-avoidance beliefs scores whereas changes in lumbar and hip flexion were not correlated to clinical outcomes.

## **Clinical outcomes**

The small sample size of the present study and its design preclude from broad clinical outcomes comparisons with other studies. However, arthroplasty and arthrodesis comparative studies have demonstrated significant improvement of ODI and VAS scores at three months follow-up, which is similar to this study for the ODQ only (Blumenthal et al., 2005; Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007). FABQ has not been used in any of lower back surgery trials.



## **Kinematic**

Arthroplasty clinical trials have mainly focused on the implant's efficacy, whereas the biomechanical properties have been less frequently described. The ROMs' comparison before and after surgery (in vivo) are generally done by radiographic analysis only. When segmental movement was assessed using plain film radiographs following surgery, the flexion-extension motion was found either preserved or superior to the pre surgical status (Auerbach et al., 2009; Auerbach et al., 2007; McAfee et al., 2005; Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007). McAfee, Cunningham, Holsapple, Adams, Blumenthal, Guyer, Dmietriev, Maxwell, Regan and Isaza (2005) showed a decrease of the radiographic ROM at the three months follow-up compared to the ROM before the surgery. However, the authors also reported continuous improvement of the motion at 6, 12 and 24 months. In a study comparing segmental contribution to total ROM following disc replacement or fusion (two years follow-up), Auerbach, Jones, Milby, Anakwenze and Balderston (2009) found that the total lumbar ROM was increased in patients who received a disc replacement at L4-L5. However the ROM of patients receiving disc replacement at L5-S1 was similar to those of patients who underwent a fusion surgery at the same level (Auerbach et al., 2009). When considering the surgical technical accuracy, McAfee et al. (2005) showed that flexion-extension motion improved with proper alignment of the prosthesis, whereas other authors did not find any correlation between the positioning of disc prosthesis and clinical outcomes (VAS and ODI) (McAfee et al., 2005; Patel, Andrews, Pradhan, Bae, Kanim, Kropf et Delamarter, 2006). Several limitations, however, should be considered when ROM is

assessed using plain film radiographs. Examiner errors, non-uniformity of the vertebral endplates, film quality, subject's positioning and subject's effort-related variability during flexion-extension image acquisition should all be considered as potential source of error measurements (Auerbach et al., 2009; Park, Ordway, Fayyazi, Fredrickson et Yuan, 2009). In the current study, participants showed an increase in trunk ROM that was mainly explained by increased hips contribution to movement. It is therefore difficult to link the ROM improvement to the procedure and such drastic changes in hip ROM may represent an alternative motor pattern aimed at limiting movement and loading of lumbar segments. Long term assessments of movement strategies are needed to explore this hypothesis.

### **Electromyography**

As described by Gupta (2001) as well as Descarreaux, Lafond, Jeffrey-Gauthier, Centomo and Cantin (2008) in healthy subjects, the loading condition led to an increase of the RMS values at L2 during all the phases of the flexion-extension task reflecting the need for additional muscular contraction to counteract the increase flexion moment generated by the load . However, this phenomenon was observed only during the extension and the FRP phases at L5. On the other hand, Sarti, Lison, Monfort and Fuster (2001) have not found any effect of additional loading of the trunk on the FRP. While no change in lumbar spine kinematics could be observed during movement, one interesting finding related to the possible surgical effect was the increased muscular activity at L5 in the flexion phase. Together with the increased hip ROM, the absence of any

significant RMS changes at L5 during other movement phases may support the hypothesis that an alternative motor pattern for trunk flexion was established by the participants. One interesting study, which assessed the FRP before and after lumbar discectomy (four weeks) showed that neither FRP nor ROM significantly improved after surgery despite significant clinical improvement (Wallbom et al., 2009). Short term follow-up evaluations (four weeks in the Wallbom et al. (2009) study and 17 weeks in the present study) may not be representative of the overall benefit of spinal surgery. Tissue recovery may not be completely obtained and other psychosocial factors such as fear-avoidance beliefs may temporarily limit functional capacities. Long term follow-up evaluations are needed to better understand neuromechanical changes and the potential role of rehabilitation following lower back surgery.

### **Clinical interpretation**

Following surgery, the participants did not attend to a specific rehabilitation program, physiotherapy or any other conservative treatment regimen. The general indications given by the surgeon were to continue the usual activities of daily living as possible and to not perform a trunk flexion during the first six weeks. Other studies have shown some clinical improvement (physical and/or disability) with aggressive rehabilitation after a lumbar discectomy when compared to less active training programs (Danielsen, Johnsen, Kibsgaard et Hellevik, 2000; Kjellby-Wendt et Styf, 1998; Manniche, Skall, Braendholt, Christensen, Christophersen, Ellegaard, Heilbuth, Ingerslev, Jorgensen, Larsen et et al., 1993). One study showed statistically significant

improvement in patients clinical status (VAS and ODQ) after early rehabilitation program designed for patients with disc replacement surgery (Canbulat, Sasani, Ataker, Oktenoglu, Berker, Ercelen, Cerezci, Ozer et Berker, 2011). The program included dynamic lumbar stabilization exercises and kinetic-chain strengthening. In this study, patients had only one level of surgical intervention and no control group to compare the clinical results. With a complete rehabilitation program, the Neblett, Mayer, Brede and Gatchel (2010) studied the functional restoration of abnormal flexion-relaxation response with CLBP participants. The rehabilitation program included a surface EMG-assisted stretching biofeedback training protocol, physical exercise (daily group and individual stretch training) and cognitive-behavioural counselling (educational classes, relaxation, biofeedback, stress management training and multimodal disability management) over two months. The final evaluation demonstrated that 86% of the rehabilitation group achieved flexion-relaxation compared to 34% at the initial stage and were similar to the pain-free control group. Interestingly, 31 % of the participants in the rehabilitation group had a spinal fusion; however, the authors did not specified if the FRP was present before and after the rehabilitation program for this specific group. Future studies should evaluate long term changes in FRP parameters following disc replacement surgery with and without long term rehabilitation.

As suggested by several authors, the abnormal FRP can result from an initial fear-avoidance reaction to back pain triggering and overtime evolve in an unintentional protection mechanism (Dubois et al., 2011; Geisser, Haig, Wallbom et Wiggert, 2004;

Neblett et al., 2010). Interestingly, the correlations between the clinical outcomes (VAS, ODQ and FABQ I) and the biomechanical changes during the FRP in the present study seem to suggest that the biomechanical changes observed following surgery are closely related to changes in pain perception, fear avoidance beliefs and physical disability.

### **Limitations**

One important limitation of this study is related to the surgical interventions. Twelve participants out of 15 had two or more surgical interventions with the disc prosthesis. The additional interventions were an anterior vertebral fusion performed with metal implants and/or an implantation of an interbody cage below the prosthesis level. It is therefore possible, that any potential gain obtained with disc replacement surgery could have been invalidated when fusion was performed. In fact, the main goal of this research was to observe the neuromechanical adaptations following disc replacement surgery. The result of the present study must be interpreted with caution and broad generalization is not possible since the sample size was relatively small and there was no control group involved. However, results obtained both in clinical and neuromechanical outcomes may reflect those obtained in standard orthopedic care where patients with DDD often present with multiple spinal conditions.

## **Conclusion**

This study assessed the neuromechanical adaptations following lumbar disc replacement surgery. Surface-EMG, kinematic and questionnaires (pain, disability and fear avoidance-related beliefs) were used to evaluate participant's functional and clinical status. Improvement in disability and fear avoidance beliefs related to the physical activities were observed following surgery. Although lumbar ROM did not change after disc replacement, a significant increase in the hip ROM during the flexion-extension task as well as changes in ES muscle activity was observed following surgery. Further research is needed to assess long term neuromechanical changes and the potential role of rehabilitation following lower back surgery.

## V. Discussion

L'objectif principal de cette étude fut d'évaluer les capacités fonctionnelles du rachis lombaire des sujets avant et après l'implantation chirurgicale d'une prothèse discale lombaire. Pour ce faire, le PFR et les ADM du tronc, du rachis lombaire et des hanches ont constitué les principales mesures expérimentales. Ces dernières ont été mises en relation avec le statut clinique des patients ayant participé à l'étude.

### Mesures cliniques

Quatre mois ( $17,3 \pm 8,4$  semaines) suite à l'intervention chirurgicale, les participants ont présenté une amélioration statistiquement et cliniquement significative d'incapacité tout comme une diminution de leur comportement d'appréhension et d'évitement relié aux activités physiques. Il est cependant difficile de comparer nos résultats avec ceux des autres études cliniques portant sur le remplacement discal puisque le nombre de participants évalués dans le cadre de notre étude est limité (15 participants). Également, les études comparatives entre la fusion vertébrale et l'arthroplastie ont toutes été menées alors que les participants ne subissaient qu'une seule procédure chirurgicale, soit la prothèse, soit la fusion et ce, pour un niveau de dégénérescence discale seulement. Cependant, on note dans certaines études que l'historique chirurgical n'a pas été mentionné, et qu'environ 70 % de leurs sujets ont eu recours à d'autres chirurgies lombaires dans le passé sans description précise des interventions prodiguées (Blumenthal et al., 2005; Zigler et al., 2007). Chez nos 15

participants, 12 ont reçu une deuxième procédure chirurgicale (fusion) lors de la chirurgie pour le remplacement discal, puisque la dégénérescence discale atteignait chez ces derniers plusieurs segments de la région lombaire. Ces interventions supplémentaires rendent difficile la comparaison des résultats obtenus avec ceux des autres études cliniques.

Bien qu'il y ait une amélioration clinique des capacités fonctionnelles chez nos participants, l'évaluation à quatre mois postopératoire rend difficile la comparaison de nos résultats cliniques aux autres études. L'étude de Blumenthal et al. (2005) comparant la prothèse discale et la fusion antérieure, a démontré une amélioration clinique plus rapide, à trois et à six mois postopératoires pour le groupe ayant eu un remplacement discal, mais une amélioration similaire pour les deux groupes à 24 mois (Blumenthal et al., 2005). Bien que les mesures objectives (ODI et EVA) favorisent la prothèse discale comparativement à la fusion pour les six premiers mois postopératoires, certaines études démontrent une amélioration clinique continue mesurée jusqu'à 24 mois (Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007). Comme les mesures cliniques ont été effectuées environ quatre mois après l'intervention chirurgicale, il serait intéressant d'évaluer nos résultats cliniques, comme dans plusieurs études, lors d'un suivi à 12 et à 24 mois (Blumenthal et al., 2005; Zigler et al., 2007). Finalement, les capacités fonctionnelles mesurées par l'ODQ de notre groupe avant et après la chirurgie était respectivement de  $38.2 \pm 13.7$  et de  $25.8 \pm 19.2$ , ce qui représente une invalidité modérée, tandis que les participants des



autres études se retrouvent initialement dans la catégorie d'invalidité sévère (Blumenthal et al., 2005; Sasso et al., 2008).

### **Cinématique**

Les résultats de la présente étude ne démontrent aucun changement significatif de l'ADM lombaire après la chirurgie. Cependant, on observe une augmentation de l'ADM des hanches suite à l'intervention chirurgicale. Ces résultats peuvent indiquer que les participants ont possiblement recours à une stratégie alternative de mouvement, impliquant davantage la flexion des hanches, afin d'augmenter leur ADM du tronc tout en protégeant le rachis lombaire.

Un des principaux objectifs du remplacement discal est la préservation de la mobilité lombaire par un implant, similaire à un disque sain. Théoriquement, suite au remplacement discal, les ADM segmentaires lombaires devraient être semblables à celle des sujets sains. À ce jour, la technique utilisée afin d'évaluer cet aspect fonctionnel a presque toujours été l'analyse radiologique. En effet, la majorité des études portant sur l'analyse radiologique des ADM en flexion et en extension (in vivo) suite à une arthroplastie a démontré soit un recouvrement des ADM, soit une amélioration des ADM postopératoires (Auerbach et al., 2009; Auerbach et al., 2007; McAfee et al., 2005; Sasso et al., 2008; Zigler et al., 2007). De plus, une étude comparative entre la fusion lombaire et le remplacement discal a montré, par l'étude radiologique, que les ADM en flexion et en extension diminuaient à un suivi de trois mois postopératoires

pour les deux groupes, comparativement à l'état initial des sujets. Cependant, chez les sujets ayant eu une prothèse, à un suivi de 24 mois, les ADM étaient plus grandes qu'à l'état initial alors que pour le groupe ayant eu une fusion, les ADM étaient grandement diminuées (McAfee et al., 2005). McAfee et al. (2005) ont observé une relation entre les ADM en flexion et en extension et la précision de l'implantation de la prothèse (alignement), tandis que l'étude de Patel, Andrews, Pradhan, Bae, Kanim, Kropf et Delamarter (2006) a démontré qu'il n'y avait pas de relation entre la position de la prothèse et les résultats cliniques. Cependant, il est important de considérer les limites de l'analyse radiologique, telles que la validité inter- et intra-examineurs, l'irrégularité des plateaux vertébraux, la qualité des films radiologiques, le positionnement du sujet lors de la prise des clichés et également l'amplitude donnée par ce dernier lors du positionnement de la flexion et de l'extension (Auerbach et al., 2009; Park et al., 2009). Toutefois, la description méthodologique de ces études, quant au positionnement du sujet, à la façon de calculer les angles et la définition de l'amélioration (nombre de degrés) est souvent limitée, ce qui rend difficile la comparaison des amplitudes avec nos données cinématiques. Également, ces analyses radiologiques décrivent les amplitudes au niveau de l'implant uniquement (segmentaire), tandis que les amplitudes totales du rachis ne sont pas considérées. Finalement, il est important de mentionner que la présente étude est la première décrivant la contribution de l'ADM lombaire et celles des hanches à l'ADM totale du tronc.

## Électromyographie

Dans un premier temps, les résultats de la présente étude indiquent que l'ajout d'une charge de dix Kg à la hauteur du torse entraîne une augmentation de l'activité musculaire des ER au niveau de la vertèbre L2 et ce, pour toutes les phases de mouvement de flexion-extension (position statique, flexion, extension et relaxation). Cette augmentation de l'activité musculaire des ER correspond à une réponse à un besoin accru de stabilisation lombaire lors d'une augmentation de moment de force en flexion. De tels résultats ont maintes fois été décrits dans la littérature (Gupta (2001) et Descarreaux et al. (2008)), bien que Sarti et al. (2001) n'aient pas observé d'effet de charge aux ER lors de la phase de relaxation (Descarreaux, Lafond, Jeffrey-Gauthier, Centomo et Cantin, 2008; Gupta, 2001; Sarti et al., 2001). Il est important de noter que cette augmentation de l'activité musculaire lors de la mise en charge se produit aux ER à L5, mais seulement lors de la phase d'extension et de PFR.

Dans un deuxième temps, lors de l'évaluation postopératoire, on assiste à une augmentation de l'activité des ER à L5 en flexion et une diminution de l'activité musculaire en position statique à L2. De plus, l'augmentation d'activité myoélectrique à L2 (PFR) observée lors de la mise en charge avant l'opération n'a pas été observée suite à la chirurgie. L'absence d'une augmentation de l'activité électrique des ER lors d'une augmentation de la charge au tronc paraît surprenante et suggère la mise en place d'une stratégie alternative pour l'exécution de la tâche de flexion-extension du tronc. Il est possible que les sujets par une telle stratégie aient tenté de minimiser les mouvements et

la mise en charge des segments lombaires en favorisant un maximum de flexion à la hanche.

Peu d'études se sont intéressées aux réponses neuromusculaires suite à une opération lombaire. Une seule étude a comparé le PFR avant et après (quatre semaines) une discectomie lombaire et les auteurs ont observé que malgré la présence d'améliorations cliniques (EVA, Québec Back Pain Disability Scale et le Short Form-36) postopératoire, le PFR et les ADM lombaires demeuraient inchangés (Wallbom et al., 2009). L'absence de changements importants dans les ADM et L'EMG lombaire pourrait s'expliquer par une récupération fonctionnelle partielle due à l'absence de programme de réadaptation lombaire, la présence de fusion vertébrale et possiblement à des comportements d'évitement et d'appréhension persistant lors de mouvements lombaires.

### **Interprétation clinique**

Suite à l'intervention chirurgicale, les participants n'ont pas participé ni à un programme de réadaptation lombaire, ni à des traitements conservateurs. Les recommandations données par le chirurgien orthopédiste, pour les six premières semaines postopératoires, consistaient en la poursuite des activités quotidiennes sous le seuil acceptable de la douleur, et en une restriction dans les tâches impliquant une flexion antérieure du tronc durant. Cependant, plusieurs études ont démontré des améliorations cliniques, aussi bien au niveau physique, qu'au niveau des capacités

fonctionnelles suite à un programme de réadaptation de type «agressif», comparativement à un programme régulier suivant une discectomie lombaire (Danielsen et al., 2000; Kjellby-Wendt et al., 1998; Manniche et al., 1993). Également, Neblett et al. (2010) ont montré un changement du PFR chez les lombalgiques chroniques suivant un programme de réadaptation complet (Neblett et al., 2010). Le programme proposé dans leur étude comprenait un entraînement guidé par l'EMG de surface (étirement lombaire), des exercices physiques (journaliers en groupe et individuels) ainsi qu'un suivi psychologique (classes éducatives, relaxation et gestion du stress) pour une période de deux mois. Leurs résultats finaux indiquaient que 86 % des participants dans le groupe exercices démontraient un retour du PFR, comparativement à 34 % des participants à l'état initial. De plus, les résultats des participants étaient similaires à ceux d'un groupe contrôle (sans douleur lombaire). De façon intéressante, 31 % des participants (groupe expérimental) ont eu recours à la fusion chirurgicale lombaire. Cependant, les auteurs ne mentionnent pas les résultats comparatifs entre ce sous-groupe et les autres participants, ni l'implication d'une telle chirurgie au niveau des analyses biomécaniques.

Afin de poursuivre l'évaluation des capacités fonctionnelles suite à un remplacement discal, il serait intéressant d'évaluer les participants suite à un programme de réadaptation lombaire à long terme. Également, il serait profitable d'évaluer la contribution des comportements d'évitement et d'appréhension reliés aux mouvements lombaires suite à une telle chirurgie. Plusieurs auteurs ont suggéré que l'absence du PFR serait déclenchée par une réaction initiale d'évitement et d'appréhension lors d'un

premier épisode significatif de lombalgie et que cette réponse deviendrait un mécanisme involontaire de protection du rachis (Dubois et al., 2011; Geisser et al., 2004; Neblett et al., 2010). Il est intéressant de noter dans la présente étude, qu'il semble exister une relation entre les résultats cliniques (ODQ, FABQ I et EVA) de nos participants et le PFR. Cette relation suggère que les changements biomécaniques observés sont partiellement liés à la perception de la douleur et des incapacités physiques.

### **Limitations**

Notre étude comporte quelques limites qui réduisent la possibilité de généraliser nos résultats à l'ensemble des patients ayant subi un remplacement discal. Bien que la volonté initiale fût de recruter des participants ayant seulement un niveau de dégénérescence discale et une seule prothèse, 12 participants (12/15) ont eu besoin d'une fusion antérieure lors de la même séance opératoire. La fusion vertébrale était sous le niveau de l'implantation de la prothèse et deux techniques ont été utilisées : (1) avec implant de plaques et vis ou (2) implantation d'une cage dans le disque intervertébral. Bien qu'il est impossible d'estimer l'impact de la fusion vertébrale sur nos résultats, nous pouvons penser qu'elle a influencé les ADM lombaires, l'activité myoélectrique et vraisemblablement les résultats cliniques.

Également, le devis expérimental choisi (recherche en laboratoire) et l'absence d'un groupe contrôle limitent les comparaisons possibles de nos résultats à ceux d'autres

études portants sur la chirurgie lombaire. Finalement, notre étude ne permet pas de conclure à la supériorité de cette intervention sur les autres approches chirurgicales.

## VI. Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré une amélioration clinique significative de l'incapacité et de la notion d'appréhension-évitement reliée aux activités physiques suite à un remplacement discal (suivi de quatre mois). Bien que les ADM lombaires n'aient pas été modifiées de façon significative suite au remplacement discal, nous avons noté une augmentation des ADM des hanches durant la tâche de flexion-extension. Ces changements ont été observés aussi bien en flexion qu'en extension. Aussi, une diminution de l'activité musculaire des ER en position statique et une augmentation lors de la flexion fut observée suite à l'opération. Finalement, les questionnaires ODQ, FABQ I et EVA étaient positivement corrélés avec un changement d'activité musculaire des ER lombaires en position de flexion-relaxation. Les études futures sur l'arthroplastie devraient inclure une évaluation biomécanique et clinique à long terme ainsi qu'une évaluation de diverses approches de réadaptation lors du suivi postopératoire.



## RÉFÉRENCES

- Adams M. BN, Burton., Dolan P., Ed. (2002). The biomechanics of back pain. Churchill Livingstone.
- Allen CE (1948). Muscle action potentials used in the study of dynamic anatomy. *The British journal of physical medicine, including its application to industry* 11(3), 66-73.
- Auerbach JD, Jones KJ, Milby AH, Anakwenze OA et Balderston RA (2009). Segmental contribution toward total lumbar range of motion in disc replacement and fusions: a comparison of operative and adjacent levels. *Spine* 34(23), 2510-2517.
- Auerbach JD, Wills BP, McIntosh TC et Balderston RA (2007). Evaluation of spinal kinematics following lumbar total disc replacement and circumferential fusion using in vivo fluoroscopy. *Spine* 32(5), 527-536.
- Bertagnoli R, Yue JJ, Fenk-Mayer A, Eerulkar J et Emerson JW (2006). Treatment of symptomatic adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with total disc arthroplasty by using the prodisc prosthesis: a prospective study with 2-year minimum follow up. *J Neurosurg Spine* 4(2), 91-97.
- Bertagnoli R, Yue JJ, Nanieva R, Fenk-Mayer A, Husted DS, Shah RV et Emerson JW (2006). Lumbar total disc arthroplasty in patients older than 60 years of age: a prospective study of the ProDisc prosthesis with 2-year minimum follow-up period. *J Neurosurg Spine* 4(2), 85-90.
- Blumenthal S, McAfee PC, Guyer RD, Hochschuler SH, Geisler FH, Holt RT, Garcia R, Jr., Regan JJ et Ohnmeiss DD (2005). A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemptions study of lumbar total disc

- replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: part I: evaluation of clinical outcomes. *Spine* 30(14), 1565-1575; discussion E1387-1591.
- Bono CM et Lee CK (2004). Critical analysis of trends in fusion for degenerative disc disease over the past 20 years: influence of technique on fusion rate and clinical outcome. *Spine* 29(4), 455-463; discussion Z455.
- Canada S (2003). Lignes directrices Canadiennes pour la classification du poids chez l'adulte., Santé Canada.
- Canbulat N, Sasani M, Ataker Y, Oktenoglu T, Berker N, Ercelen O, Cerezci O, Ozer AF et Berker E (2011). A rehabilitation protocol for patients with lumbar degenerative disk disease treated with lumbar total disk replacement. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 92(4), 670-676.
- Carey TS, Evans A, Hadler N, Kalsbeek W, McLaughlin C et Fryer J (1995). Care-seeking among individuals with chronic low back pain. *Spine* 20(3), 312-317.
- Cassidy JD (1998). Saskatchewan health and back pain survey. *Spine* 23(17), 1923.
- Chaory K, Fayad F, Rannou F, Lefevre-Colau MM, Fermanian J, Revel M et Poiraudreau S (2004). Validation of the French version of the fear avoidance belief questionnaire. *Spine* 29(8), 908-913.
- Chou R et Shekelle P (2010). Will this patient develop persistent disabling low back pain? *JAMA : the journal of the American Medical Association* 303(13), 1295-1302.
- Colloca CJ et Hinrichs RN (2005). The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *J Manipulative Physiol Ther* 28(8), 623-631.
- Copay AG, Glassman SD, Subach BR, Berven S, Schuler TC et Carreon LY (2008). Minimum clinically important difference in lumbar spine surgery patients: a choice of methods

- using the Oswestry Disability Index, Medical Outcomes Study questionnaire Short Form 36, and pain scales. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 8(6), 968-974.
- Cunningham BW (2004). Basic scientific considerations in total disc arthroplasty. *Spine J* 4(6 Suppl), 219S-230S.
- Danielsen JM, Johnsen R, Kibsgaard SK et Hellevik E (2000). Early aggressive exercise for postoperative rehabilitation after discectomy. *Spine* 25(8), 1015-1020.
- Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD et Young CR (2008). Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 22(2), 583-588.
- Davis H (1994). Increasing rates of cervical and lumbar spine surgery in the United States, 1979-1990. *Spine (Phila Pa 1976)* 19(10), 1117-1123; discussion 1123-1114.
- Dedering A, Harms-Ringdahl K et Nemeth G (2006). Back extensor muscle fatigue in patients with lumbar disc herniation. Pre-operative and post-operative analysis of electromyography, endurance time and subjective factors. *Eur Spine J* 15(5), 559-569.
- Delamarter R, Zigler JE, Balderston RA, Cammisa FP, Goldstein JA et Spivak JM (2011). Prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement compared with circumferential arthrodesis for the treatment of two-level lumbar degenerative disc disease: results at twenty-four months. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 93(8), 705-715.
- Denoziere G et Ku DN (2006). Biomechanical comparison between fusion of two vertebrae and implantation of an artificial intervertebral disc. *Journal of biomechanics* 39(4), 766-775.

- Descarreaux M, Lafond D, Jeffrey-Gauthier R, Centomo H et Cantin V (2008). Changes in the flexion relaxation response induced by lumbar muscle fatigue. *BMC Musculoskeletal Disord* 9, 10.
- Deutsch H The predictive value of the baseline Oswestry Disability Index in lumbar disc arthroplasty. *Neurosurg Focus* 28(6), E7.
- Du Bois M, Szpalski M et Donceel P (2008). Patients at risk for long-term sick leave because of low back pain. *Spine J.*
- Dubois JD, Piche M, Cantin V et Descarreaux M (2011). Effect of experimental low back pain on neuromuscular control of the trunk in healthy volunteers and patients with chronic low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology (IN PRESS)*.
- Farrar JT, Young JP, Jr., LaMoreaux L, Werth JL et Poole RM (2001). Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain* 94(2), 149-158.
- Floyd WF et Silver PH (1951). Function of erectores spinae in flexion of the trunk. *Lancet* I(6647), 133-134.
- Floyd WF et Silver PH (1955). The function of the erectores spinae muscles in certain movements and postures in man. *The Journal of physiology* 129(1), 184-203.
- Fransen M, Woodward M, Norton R, Coggan C, Dawe M et Sheridan N (2002). Risk factors associated with the transition from acute to chronic occupational back pain. *Spine* 27(1), 92-98.
- Fritzell P, Hagg O, Wessberg P et Nordwall A (2001). 2001 Volvo Award Winner in Clinical Studies: Lumbar fusion versus nonsurgical treatment for chronic low back pain: a multicenter randomized controlled trial from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Spine* 26(23), 2521-2532; discussion 2532-2524.

- Gamradt SC et Wang JC (2005). Lumbar disc arthroplasty. *Spine J* 5(1), 95-103.
- Gao SG, Lei GH, He HB, Liu H, Xiao WF, Wen T, Liang JY et Li KH (2011). Biomechanical comparison of lumbar total disc arthroplasty, discectomy, and fusion: effect on adjacent-level disc pressure and facet joint force. *Journal of neurosurgery. Spine* 15(5), 507-514.
- Geisser ME, Haig AJ, Wallbom AS et Wiggert EA (2004). Pain-related fear, lumbar flexion, and dynamic EMG among persons with chronic musculoskeletal low back pain. *The Clinical journal of pain* 20(2), 61-69.
- Grotle M, Brox JI et Vollestad NK (2006). Reliability, validity and responsiveness of the fear-avoidance beliefs questionnaire: methodological aspects of the Norwegian version. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine* 38(6), 346-353.
- Gupta A (2001). Analyses of myo-electrical silence of erectors spinae. *J Biomech* 34(4), 491-496.
- Guyer RD, Siddiqui S, Zigler JE, Ohnmeiss DD, Blumenthal SL, Sachs BL, Hochschuler SH et Rashbaum RF (2008). Lumbar spinal arthroplasty: analysis of one center's twenty best and twenty worst clinical outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 33(23), 2566-2569.
- Haig AJ, Weismann G, Haugh LD, Pope M et Grobler LJ (1993). Prospective evidence for change in paraspinal muscle activity after herniated nucleus pulposus. *Spine* 18(7), 926-930.
- Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M, Vorwald P, Jabbour P, Bono CM, Goldfarb N, Vaccaro AR et Hilibrand AS (2008). Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty. *Spine* 33(15), 1701-1707.

- Hincapie CA, Cassidy JD et Cote P (2008). Is a history of work-related low back injury associated with prevalent low back pain and depression in the general population? *BMC Musculoskelet Disord* 9, 22.
- Holm S, Indahl A et Solomonow M (2002). Sensorimotor control of the spine. *J Electromyogr Kinesiol* 12(3), 219-234.
- Kjellby-Wendt G et Styf J (1998). Early active training after lumbar discectomy. A prospective, randomized, and controlled study. *Spine* 23(21), 2345-2351.
- Lehman GJ et McGill SM (2001). Spinal manipulation causes variable spine kinematic and trunk muscle electromyographic responses. *Clinical biomechanics* 16(4), 293-299.
- Li AL et Yen D (2010). Changes in referral pattern to a surgeon for low back pain: 1996 versus 2009. *Healthcare quarterly* 13(3), 91-95.
- Manchikanti L (2000). Epidemiology of low back pain. *Pain Physician* 3(2), 167-192.
- Manniche C, Skall HF, Braendholt L, Christensen BH, Christophersen L, Ellegaard B, Heilbuth A, Ingerslev M, Jorgensen OE, Larsen E et al. (1993). Clinical trial of postoperative dynamic back exercises after first lumbar discectomy. *Spine* 18(1), 92-97.
- Marshall P et Murphy B (2006). Changes in the flexion relaxation response following an exercise intervention. *Spine* 31(23), E877-883.
- Marshall PW et Murphy BA (2006). Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a Swiss ball: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 29(7), 550-560.
- Mayer TG, Neblett R, Brede E et Gatchel RJ (2009). The quantified lumbar flexion-relaxation phenomenon is a useful measurement of improvement in a functional restoration program. *Spine* 34(22), 2458-2465.

- McAfee PC, Cunningham B, Holsapple G, Adams K, Blumenthal S, Guyer RD, Dmietriev A, Maxwell JH, Regan JJ et Isaza J (2005). A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: part II: evaluation of radiographic outcomes and correlation of surgical technique accuracy with clinical outcomes. *Spine* 30(14), 1576-1583; discussion E1388-1590.
- McGill SM et Kippers V (1994). Transfer of loads between lumbar tissues during the flexion-relaxation phenomenon. *Spine* 19(19), 2190-2196.
- Merletti R, Lo Conte L, Avignone E et Guglielminotti P (1999). Modeling of surface myoelectric signals--Part I: Model implementation. *IEEE transactions on bio-medical engineering* 46(7), 810-820.
- Neblett R, Mayer TG, Brede E et Gatchel RJ (2010). Correcting abnormal flexion-relaxation in chronic lumbar pain: responsiveness to a new biofeedback training protocol. *The Clinical journal of pain* 26(5), 403-409.
- Neblett R, Mayer TG, Gatchel RJ, Keeley J, Proctor T et Anagnostis C (2003). Quantifying the lumbar flexion-relaxation phenomenon: theory, normative data, and clinical applications. *Spine* 28(13), 1435-1446.
- Panjabi MM (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders* 5(4), 383-389; discussion 397.
- Panjabi MM (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders* 5(4), 390-396; discussion 397.
- Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT et McGillicuddy JE (2004). Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine* 29(17), 1938-1944.

- Park SA, Ordway NR, Fayyazi AH, Fredrickson BE et Yuan HA (2009). Comparison of Cobb technique, quantitative motion analysis, and radiostereometric analysis in measurement of segmental range of motions after lumbar total disc arthroplasty. *Journal of spinal disorders & techniques* 22(8), 602-609.
- Patel VV, Andrews C, Pradhan BB, Bae HW, Kanim LE, Kropf MA et Delamarter RB (2006). Computed tomography assessment of the accuracy of in vivo placement of artificial discs in the lumbar spine including radiographic and clinical consequences. *Spine* 31(8), 948-953.
- Ritvanen T, Zaproudina N, Nissen M, Leinonen V et Hanninen O (2007). Dynamic surface electromyographic responses in chronic low back pain treated by traditional bone setting and conventional physical therapy. *J Manipulative Physiol Ther* 30(1), 31-37.
- Sarti MA, Lison JF, Monfort M et Fuster MA (2001). Response of the flexion-relaxation phenomenon relative to the lumbar motion to load and speed. *Spine* 26(18), E421-426.
- Sasso RC, Foulk DM et Hahn M (2008). Prospective, randomized trial of metal-on-metal artificial lumbar disc replacement: initial results for treatment of discogenic pain. *Spine* 33(2), 123-131.
- Schmidt RFW, William D. (2007). Encyclopedia of Pain, Springer reference.
- Scrimshaw SV et Maher C (2001). Responsiveness of visual analogue and McGill pain scale measures. *J Manipulative Physiol Ther* 24(8), 501-504.
- Singh K, Vaccaro AR et Albert TJ (2004). Assessing the potential impact of total disc arthroplasty on surgeon practice patterns in North America. *Spine J* 4(6 Suppl), 195S-201S.



- Soklaridis S, Ammendolia C et Cassidy D (2010). Looking upstream to understand low back pain and return to work: psychosocial factors as the product of system issues. *Social science & medicine* 71(9), 1557-1566.
- Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoens P et Cabri J (2008). [Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]. *Ann Readapt Med Phys* 51(5), 379-385.
- Wallbom AS, Geisser ME, Koch J, Haig AJ, Guido C et Hoff JT (2009). Lumbar flexion and dynamic EMG among persons with single level disk herniation pre- and postsurgery with radicular low-back pain. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 88(4), 302-307.
- Yaszay B, Bendo JA, Goldstein JA, Quirno M, Spivak JM et Errico TJ (2008). Effect of intervertebral disc height on postoperative motion and outcomes after ProDisc-L lumbar disc replacement. *Spine* 33(5), 508-512; discussion 513.
- Zedka M, Prochazka A, Knight B, Gillard D et Gauthier M (1999). Voluntary and reflex control of human back muscles during induced pain. *The Journal of physiology* 520 Pt 2, 591-604.
- Zigler J, Delamarter R, Spivak JM, Linovitz RJ, Danielson GO, 3rd, Haider TT, Cammisa F, Zuchermann J, Balderston R, Kitchel S, Foley K, Watkins R, Bradford D, Yue J, Yuan H, Herkowitz H, Geiger D, Bendo J, Peppers T, Sachs B, Girardi F, Kropf M et Goldstein J (2007). Results of the prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential fusion for the treatment of 1-level degenerative disc disease. *Spine* 32(11), 1155-1162; discussion 1163.

## **ANNEXE A**

**Questionnaires FABQ, EVA et ODQ.**

### Questionnaire sur la notion d'appréhension-évitement.

Voici des notions que d'autres patients nous ont exprimées au sujet de leur douleur. Pour chaque affirmation veuillez entourer un chiffre de 0 à 6 pour indiquer combien les activités physiques telles se pencher, soulever, marcher, conduire, influent ou pourraient influencer sur votre mal de dos. Entre 0 et 6 le chiffre que vous entourerez exprimera le degré d'accord ou de désaccord avec la proposition.

	Désaccord Total			Incertain			Accord total
1. Ma douleur a été provoquée par l'activité physique	0	1	2	3	4	5	6
2. L'activité physique aggrave ma douleur	0	1	2	3	4	5	6
3. L'activité physique pourrait abîmer mon dos	0	1	2	3	4	5	6
4. Je ne devrais pas faire d'activités physiques lesquelles pourraient aggraver ma douleur	0	1	2	3	4	5	6
5. Je ne peux pas faire d'activités physiques lesquelles pourraient aggraver ma douleur	0	1	2	3	4	5	6

Les affirmations suivantes concernent la manière dont votre travail habituel influe ou pourrait influencer sur votre mal de dos

	Désaccord total			Incertain			Accord total
6. La douleur a été provoquée par mon travail ou par un accident de travail	0	1	2	3	4	5	6
7. Mon travail a aggravé ma douleur	0	1	2	3	4	5	6
8. J'ai droit à une indemnisation pour ma douleur	0	1	2	3	4	5	6
9. Mon travail est trop dur pour moi	0	1	2	3	4	5	6
10. Mon travail augmente ou pourrait augmenter mes douleurs	0	1	2	3	4	5	6
11. Mon travail pourrait abîmer mon dos	0	1	2	3	4	5	6
12. Je ne devrais pas faire mon travail habituel avec ma douleur actuelle	0	1	2	3	4	5	6
13. Je ne peux pas faire mon travail habituel avec ma douleur actuelle	0	1	2	3	4	5	6
14. Je ne peux pas faire mon travail habituel avant que mes douleurs soient traitées efficacement	0	1	2	3	4	5	6
15. Je ne pense pas que je pourrai reprendre mon travail habituel avant 3 mois	0	1	2	3	4	5	6
16. Je ne pense pas que je pourrai un jour être capable de reprendre ce travail	0	1	2	3	4	5	6

Score 0

10

Facteur 1 : notion d'appréhension-évitement concernant le travail – items 6,7,9,10,11,12,15

Facteur 2 : notion d'appréhension-évitement concernant l'activité physique – items 2,3,4,5

## Questionnaire d'incapacité d'Oswestry

(Version française de l'Oswestry Disability Index)

**Nom, Prénom : .....**      **Date : .. / .. / 20**

Prière de remplir ce questionnaire. Il a été élaboré dans le but de connaître l'impact de votre problème de dos sur vos capacités à réaliser vos activités de la vie quotidienne. Veuillez répondre à chaque section. Désignez dans chaque section une seule réponse, celle qui décrit au mieux votre état à ce jour.

### Section 1 – Intensité de la douleur

- ☐ En ce moment, je ne ressens aucune douleur.
- ☐ En ce moment, j'ai des douleurs très légères.
- ☐ En ce moment, j'ai des douleurs modérées.
- ☐ En ce moment, j'ai des douleurs assez intenses.
- ☐ En ce moment, j'ai des douleurs très intenses.
- ☐ En ce moment, les douleurs sont les pires que l'on puisse imaginer.

### Section 2 – Soins personnels (se laver, s'habiller, etc.)

- ☐ Je peux effectuer normalement mes soins personnels sans douleurs supplémentaires.
- ☐ Je peux effectuer normalement mes soins personnels, mais c'est très douloureux.
- ☐ Je dois effectuer mes soins personnels avec précaution et lenteur, et je ressens des douleurs.
- ☐ J'ai besoin d'aide pour les soins personnels, mais j'arrive encore à effectuer la plus grande partie de ceux-ci seul(e).
- ☐ J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de mes soins personnels.
- ☐ Je ne peux plus m'habiller, je me lave avec difficulté et je reste au lit.

### Section 3 – Soulever des charges

- ☐ Je peux soulever des charges lourdes sans augmentation des douleurs.
- ☐ Je peux soulever des charges lourdes, mais cela occasionne une augmentation des douleurs.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de soulever de lourdes charges depuis le sol, mais cela reste possible si elles sont sur un endroit approprié. (par ex : sur une table)
- ☐ Les douleurs m'empêchent de soulever des charges lourdes, mais je peux en soulever de légères à modérées si elles sont sur un endroit approprié.
- ☐ Je ne peux soulever que de très légères charges.
- ☐ Je ne peux rien soulever, ni porter du tout.

### Section 4 – Marche

- ☐ Les douleurs ne m'empêchent pas de marcher, quelle que soit la distance.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà d'un km.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà de 250 m.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà de 100 m.
- ☐ Je ne peux marcher qu'avec une canne ou des béquilles.
- ☐ Je reste au lit la plupart du temps et dois me traîner jusqu'aux toilettes.

### Section 5 – Position assise

- ☐ Je peux rester assis(e) aussi longtemps que je le désire sur n'importe quel siège.
- ☐ Je peux rester assis(e) aussi longtemps que je le désire sur mon siège favori.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus d'une heure.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus d'une demi-heure.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus de dix minutes.
- ☐ Les douleurs m'empêchent toute position assise.

### Section 6 – Position debout

- ☐ Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire sans douleur supplémentaire.
- ☐ Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire, mais cela occasionne des douleurs supplémentaires.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une heure.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une demi-heure.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de rester debout plus de dix minutes.
- ☐ Les douleurs m'empêchent de me tenir debout.

### Section 7 – Sommeil

- ☐ Mon sommeil n'est jamais perturbé par les douleurs.
- ☐ Mon sommeil est parfois perturbé par les douleurs.
- ☐ À cause des douleurs, je dors moins de six heures.
- ☐ À cause des douleurs, je dors moins de quatre heures.
- ☐ À cause des douleurs, je dors moins de deux heures.
- ☐ Les douleurs m'empêchent totalement de dormir.

### Section 8 – Vie sexuelle (si présente)

- ☐ Ma vie sexuelle est normale et n'occasionne pas de douleurs supplémentaires.
- ☐ Ma vie sexuelle est normale, mais occasionne parfois quelques douleurs supplémentaires.
- ☐ Ma vie sexuelle est presque normale, mais très douloureuse.
- ☐ Ma vie sexuelle est fortement réduite à cause des douleurs.
- ☐ Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause des douleurs.
- ☐ Les douleurs m'empêchent toute vie sexuelle.

### Section 9 – Vie sociale

- ☐ Ma vie sociale est normale et n'occasionne pas de douleurs supplémentaires.
- ☐ Ma vie sociale est normale, mais elle augmente l'intensité des douleurs.
- ☐ Les douleurs n'ont pas de répercussion significative sur ma vie sociale, excepté une limitation lors de mes activités physiques. (par ex : le sport, etc.)
- ☐ Les douleurs limitent ma vie sociale et je ne sors plus aussi souvent.
- ☐ Les douleurs limitent ma vie sociale à mon foyer.
- ☐ Je n'ai pas de vie sociale à cause des douleurs.

### Section 10 – Voyage

- ☐ Je peux voyager partout sans douleur.
- ☐ Je peux voyager partout, mais cela occasionne une augmentation des douleurs.
- ☐ Les douleurs sont bien présentes, mais je peux effectuer un trajet de plus de deux heures.
- ☐ Les douleurs m'empêchent tout trajet de plus d'une heure.
- ☐ Les douleurs ne me permettent que de courts trajets nécessaires de moins de 30 minutes.
- ☐ Les douleurs m'empêchent tout trajet, sauf pour recevoir un traitement.